

Regione
Emilia Romagna



Provincia di
Ferrara



Comune di
Bondeno



IMPIANTO AGROVOLTAICO DI 60MW SITO NEL COMUNE DI BONDENO (FE) E RELATIVE OPERE CONNESSE

PROGETTISTA INCARICATO:
Ing. Riccardo Clementi
Pec: riccardo.clementi@ingpec.eu



Scala

n.d.

Formato

A4

Titolo elaborato:

**RELAZIONE di
VALUTAZIONE della
COMPATIBILITA'
IDRAULICA**

TECNICI COINVOLTI

Ing. Riccardo Clementi
Arch. Emiliano Manzato
Dott. Agr. Stefano Pesavento
Dott. Geol. Loris Tietto



CODICE ELABORATO

PROGETTO	CLASSE	TIPO	PROG.
RVFVER32	VIA2	R	32

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	04/23	Prima emissione	LT	LT	LT
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA



SOCIETA' PROPONENTE:

Bondeno SRL
Via Mike Bongiorno, 13 - 20124 Milano
PEC: bondeno@pec-legal.it
REA: MI - 2677347
P.iva 05496160283

SOCIETA' di PROGETTAZIONE:

Renvalue SRL
Via Quattro Novembre, 2 Padova
PEC: cert@pec.renvalue.it



Indice

1	PREMESSA.....	2
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3	DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE OGGETTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI.....	3
3.1	Caratteristiche del sito.....	5
3.2	Caratteristiche del progetto.....	17
4	VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE CARATTERISTICHE DELLA RETE DRENANTE ESISTENTE	20
4.1	Determinazione del coefficiente di deflusso ante e post operam	32
4.2	Definizione dell'evento di pioggia, curve pluviometriche e parametri assunti	34
4.3	Metodo dell'invaso	36
4.4	Metodo delle piogge.....	39
4.5	Parametri idrogeologici.....	41
5	MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE.....	41
6	TABELLA RIASSUNTIVA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	47

1 PREMESSA

La presente relazione di valutazione della compatibilità idraulica è redatta, ai sensi DGR 1860/2006 recante le linee guida per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica, per la determinazione dei volumi e delle modalità di compensazione dell'aggravio idraulico eventualmente indotto dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico nel Comune di Santa Bianca di Bondeno (FE), lungo Strada Provinciale 9 e via Suore.

L'impianto oggetto della presente relazione ha una potenza pari a circa 63 MWp e viene proposto dalla ditta Bondeno S.r.l. con sede legale in Padova (PD) - Via Quattro Novembre n. 2.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto" Circ.Min. LL.PP. n.11633/74;

- "Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione" - Legge n. 319 10/5/1976;

- "Norme tecniche relative alle tubazioni" - D.M 12/12/1985,

- "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole" – D.Lgs. 11 maggio 1999, n.152;

- "Direttiva concernente gli indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (Art. 39 -D.Lgs. 11 maggio 1999 n. 152)" – Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 14 febbraio 2005, n.286;

- "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento" Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152;

- "Linee Guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia in attuazione della deliberazione Giunta regionale 14 febbraio 2005 n. 286"- Deliberazione della Giunta Regionale Emilia Romagna 18 dicembre 2006, n.1860;

- "Linee Guida della Direzione Tecnica Arpa Emilia Romagna: criteri di applicazione del DGR 286/05 e 1860/06 -acque meteoriche e di dilavamento" - Revisione del 14/04/2008;

- Prescrizioni tecniche Hera Ferrara relative alla progettazione delle reti fognarie nelle Lottizzazioni;

- "Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica Determinazioni" -Deliberazione n°61 del 4 dicembre 2009 Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara.

3 DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE OGGETTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI

Il sito indagato è ubicato nel comune di Santa Bianca di Bondeno (FE), ad una quota di circa 10 metri s.l.m.m., a S-O del comune di Bondeno.

Il sito comprende un'area complessiva di circa 110 ha., suddivisi in due zone di area pressoché equivalente.

I lotti sono censiti al NCT di Ferrara, foglio n.167 mappali 44, 99, 101, 103, foglio n. 175 mappali 18, 21, 37, 39, 41 e foglio n. 180 mappali 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 39, 40, 47, 49, 50, 64.

Per maggiori dettagli sull'ubicazione si vedano gli inquadramenti satellitari riportati nelle successive Figure 1 e 2.

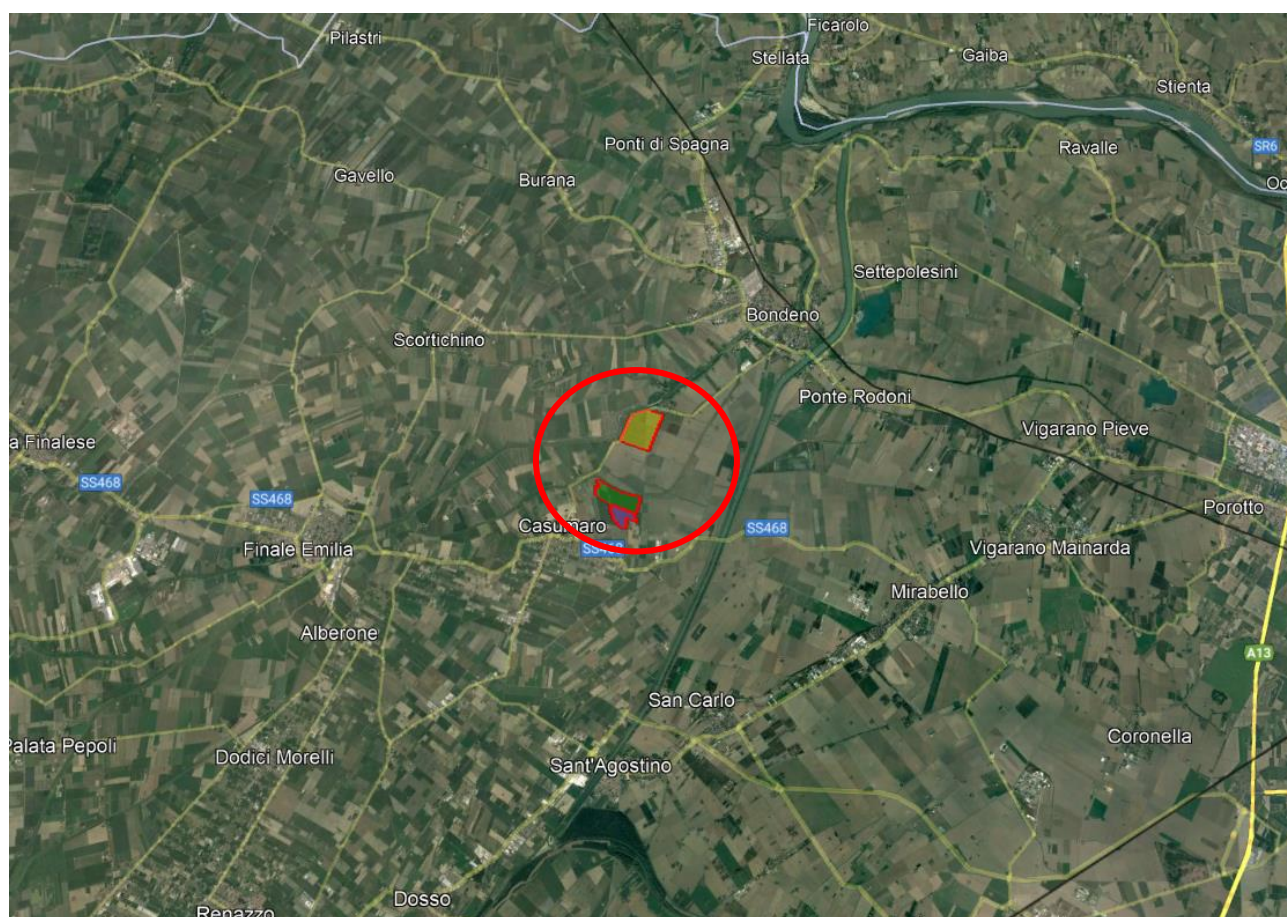


Figura 3.1 – Ubicazione aree indagine

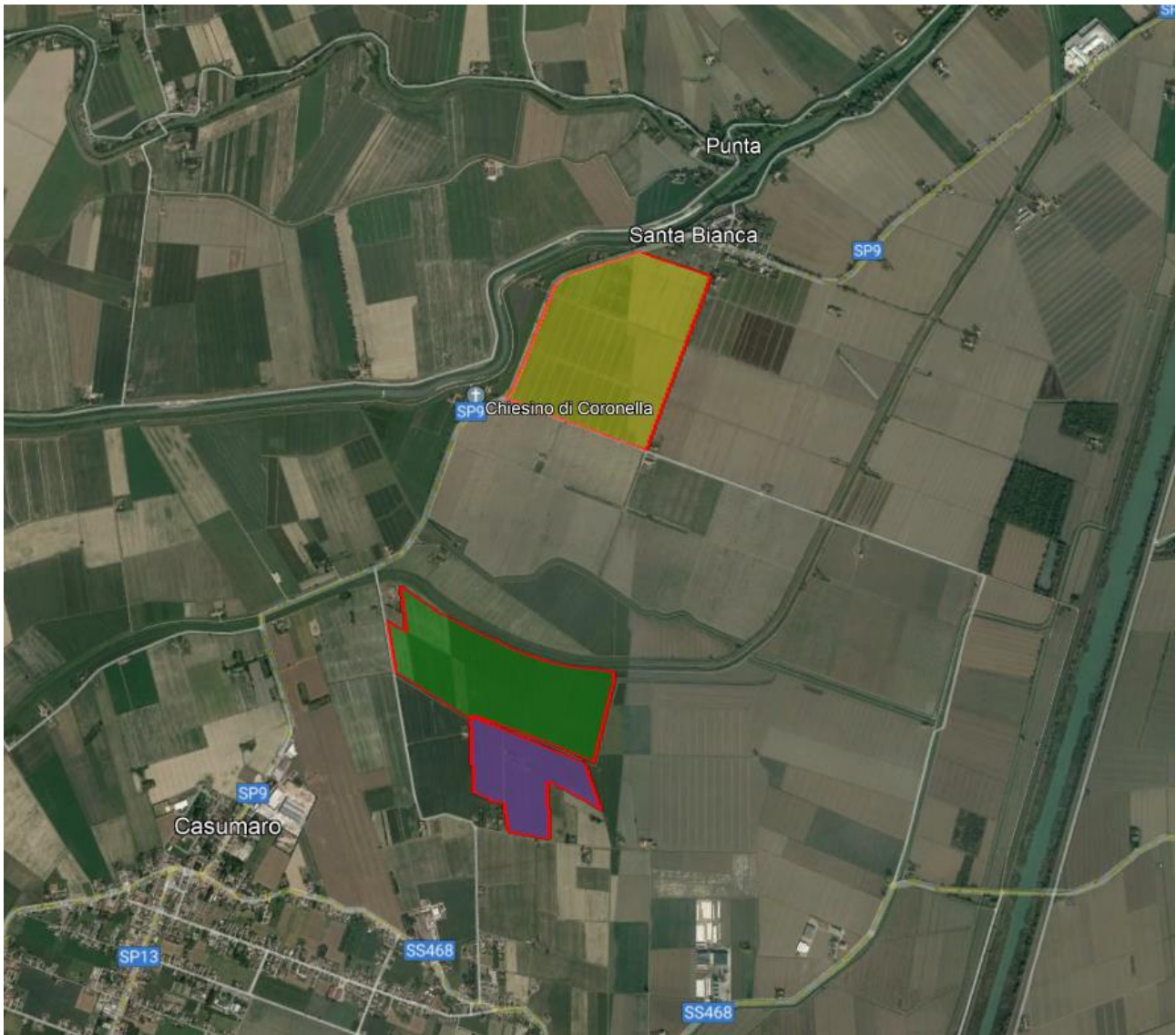


Figura 3.2 – Ubicazione aree indagine

3.1 Caratteristiche del sito

Attualmente le aree si presentano come zona agricola, in alcuni punti caratterizzate dalla presenza della zona di tutela dei caratteri ambientali di bacini e corsi d'acqua e vincolo paesaggistico della soprintendenza.

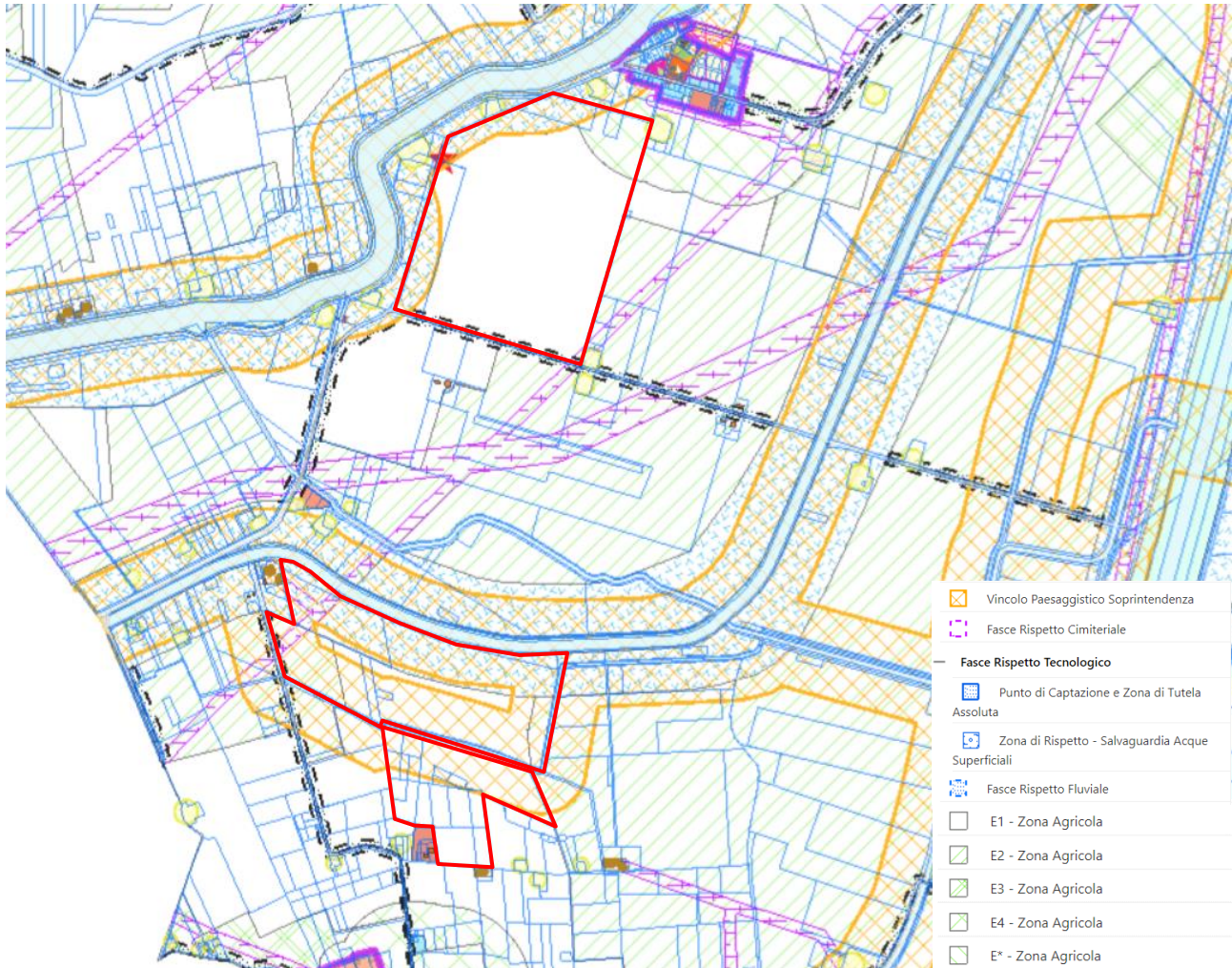


Figura 3.3 – PRG Comune di Bondeno – Carta Piano Regolatore Generale

Secondo la carta del PSC del comune di Bondeno le aree in esame si possono classificare all'interno dei seguenti ambiti:

- ambiti agricoli di rilievo paesaggistico con forte presenza di elementi storico documentali, coincidente con le aree iscritte nella lista del Patrimonio UNESCO "Ferrara Città del Rinascimento ed il suo Delta del Po" (APF);
- Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico;
- Ambiti ad alta vocazione produttiva agricola "VPOr". Alta vocazione produttiva orticola specializzata delle valli del Burana.

Gli ambiti agricoli di rilievo paesaggistico, ai sensi dell'art. A-18 della L.R. 20/2000, sono caratterizzati da particolari caratteristiche di qualità e di integrità nel rapporto tra ambiente naturale e attività antropica.

Al fine di orientare il RUE alla definizione di una disciplina di intervento mirata a cogliere specificità, vocazioni e i limiti delle diverse parti del territorio rurale comunale ed in funzione della compresenza o prevalenza di caratteristiche territoriali di rilievo paesaggistico e di presenza di elementi naturalistico – ambientali, gli ambiti agricoli di rilievo paesaggistico possono essere suddivisi nei seguenti sub – ambiti:

- a) ambito agricolo di rilievo paesaggistico con vocazione alla tartuficoltura, con presenza diffusa di elementi naturalistico – ambientali (AVT);
- b) ambito agricolo di rilievo paesaggistico con forte presenza di elementi storico documentali, coincidente con le aree iscritte nella lista del Patrimonio UNESCO "Ferrara Città del Rinascimento ed il suo Delta del Po" (APF);
- c) ambiti agricoli di riqualificazione a forte caratterizzazione unitaria e con riconoscibile "figura di senso": Diamantina (FdS1), Cava Settepolesini (FdS2), antico Serraglio di S.Bianca (FdS3);
- d) aree a vocazione di sviluppo dell'ambiente naturale (area dei Mosti, antica Valle del Rusco) (AVN).

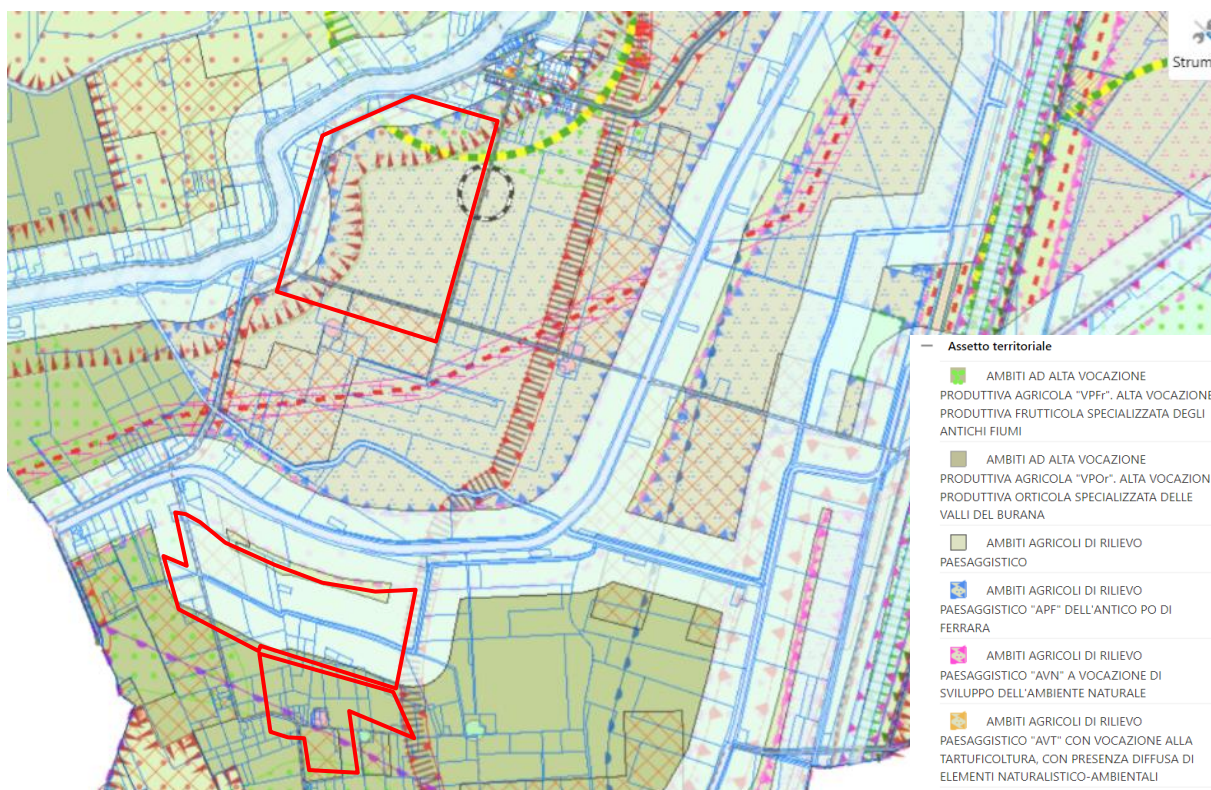


Figura 3.4 – PSC Comune di Bondeno- Carta piano strutturale comunale

L'area in esame, così come riportato nella carta della Geomorfologia della provincia di Ferrara, risulta in prossimità di paleovalvei di ubicazione sicura.

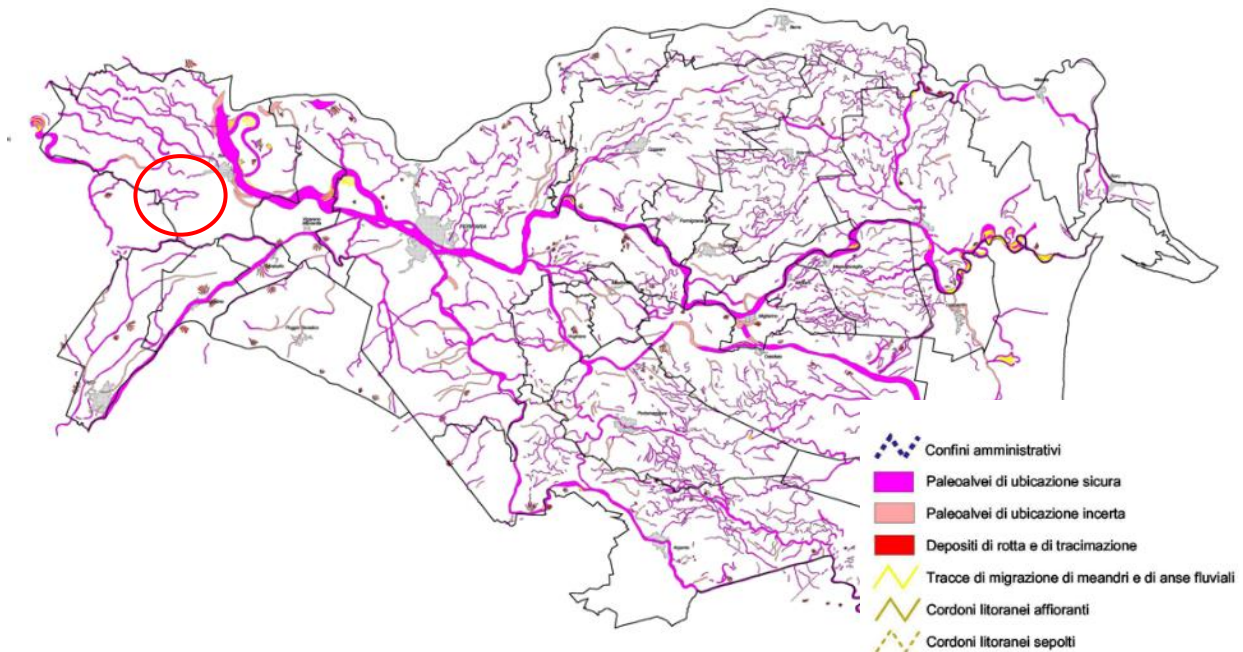


Figura 3.5 - Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, Provincia di Ferrara – carta della Geomorfologia Tavola QC 0.1

L'area in esame risulta essere composta prevalentemente da argilla limosa, argilla limo sabbiosa e argilla sabbiosa, così come rappresenta la carta delle litologie superficiali della provincia di Ferrara.

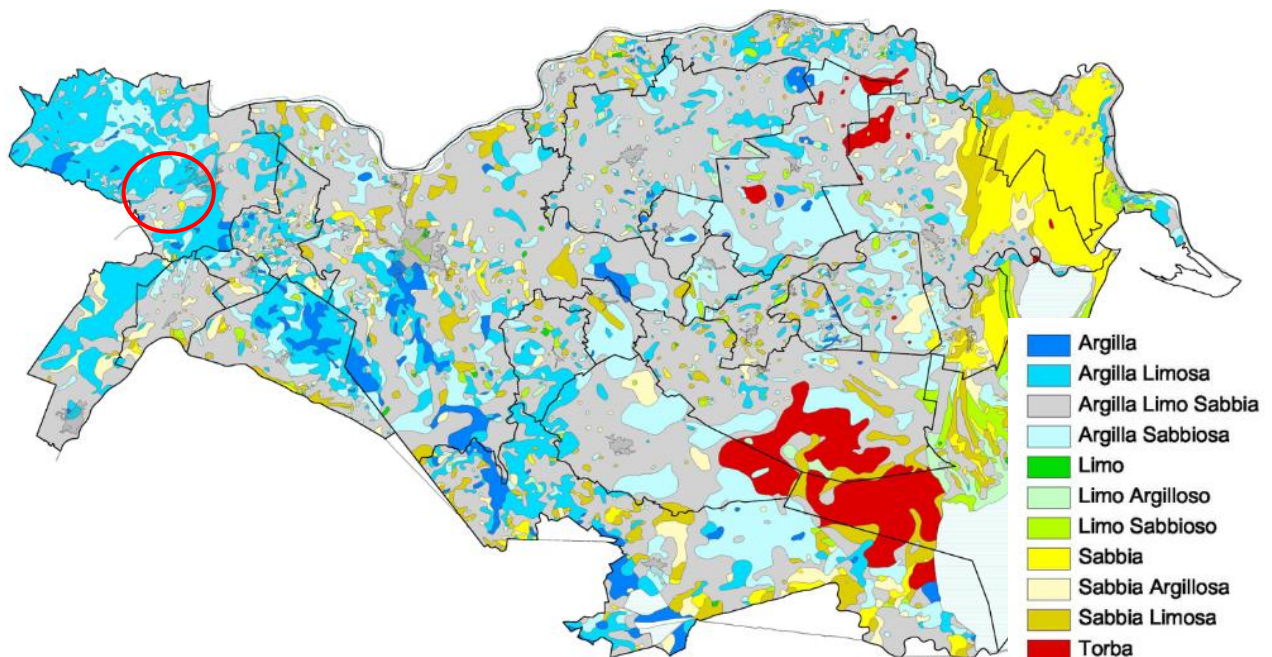


Figura 3.6 - Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, Provincia di Ferrara – carta delle litologie di superficie Tavola QC 0

Il territorio di Bondeno appartiene al Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano – Romagnola. Tale sistema è caratterizzato da acquiferi monostrato che si sviluppano a ridosso dell'Appennino, dove è presente un unico acquifero costituito da ghiaie che si estendono nel sottosuolo per decine di metri senza soluzione di continuità e dove in genere la falda può oscillare liberamente (acquifero freatico). Gli acquiferi multistrato si sviluppano più a nord dei precedenti, laddove i corpi ghiaiosi e sabbiosi si separano gli uni dagli altri per la presenza di intercalazioni di sedimenti più fini (limi e argille), dando vita a diversi acquiferi verticalmente sovrapposti, in cui l'acqua è confinata a causa della presenza di depositi impermeabili o poco permeabili; l'acquifero è sempre in pressione o confinato.

In particolare, il sottosuolo della pianura e del margine appenninico viene suddiviso in tre Unità Idrostratigrafiche Sequenziali principali (Gruppi Acquiferi), denominati "A, B e C" nella figura sottostante, corrispondenti dal punto di vista stratigrafico rispettivamente al Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore, al Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore e al Supersistema Quaternario Marino. Il Gruppo Acquifero A ed il Gruppo Acquifero B sono costituiti principalmente da depositi alluvionali ed in particolare dalle ghiaie delle conoidi alluvionali, dai depositi fini di piana alluvionale e dalle sabbie della piana del Fiume Po. Il Gruppo Acquifero C è formato principalmente da depositi costieri e marino marginali ed è costituito da pacchi di sabbie alternati a sedimenti più fini.

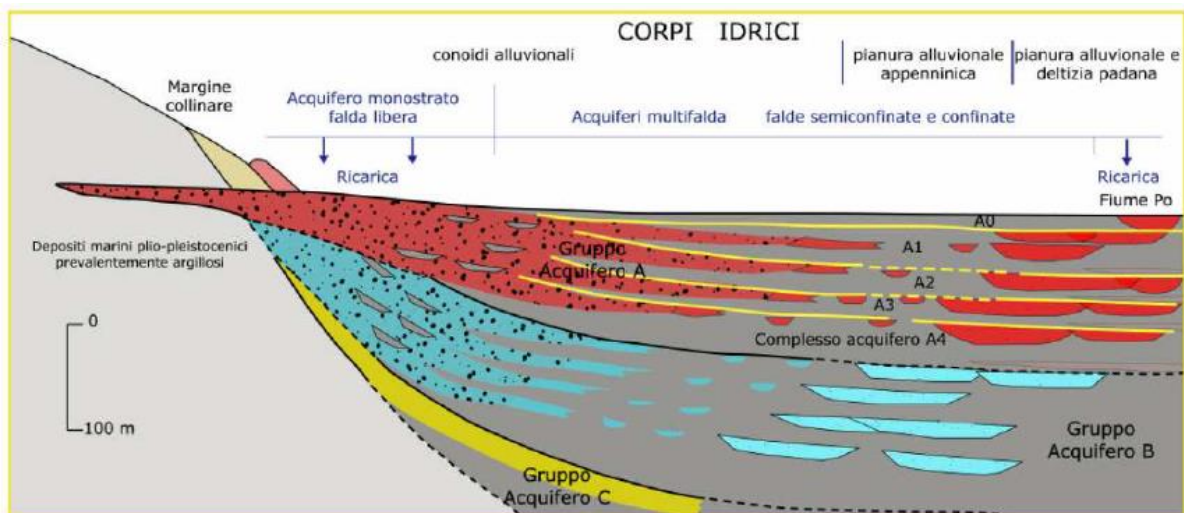


Figura 3.7- Schema dei corpi idrici e delle unità idrostratigrafiche nel sottosuolo della pianura Emiliano-Romagnola

L'area dell'Alto Ferrarese, in cui ricade il sito in esame, è interessata dal sistema acquifero multistrato e, in particolare, dal complesso idrogeologico della pianura alluvionale e deltizia padana.

Per quanto riguarda l'acquifero freatico, nel territorio dell'Alto Ferrarese la superficie freatica è compresa tra un massimo di 16,6 m s.l.m. (nel comune di Cento) ed un minimo di 3,4 m s.l.m. (nel comune di Vigarano Mainarda). Il gradiente piezometrico aumenta spostandosi da nord a sud, con valori inferiori a 0,5‰ nella porzione occidentale del comune di Bondeno per arrivare a valori di circa 1,5-2‰ nella porzione meridionale del comune di Cento.

La Carta della superficie freatica del Piano Strutturale Associato di Bondeno (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) pone l'area 1 tra le isofreatiche 7,5 e 8,5 m s.l.m., l'area 2 tra le isofreatiche 8 e 9 m s.l.m. mentre l'area 3 tra le isofreatiche 7 e 8 m s.l.m.



Figura 3.8 - Estratto della Carta della superficie freatica del Piano Strutturale Associato di Bondeno.

L'area di intervento ricade nelle zone di pericolosità idraulica P2-M, alluvioni poco frequenti con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità, così come classificate nella carta della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti a inondazione del PGRA.

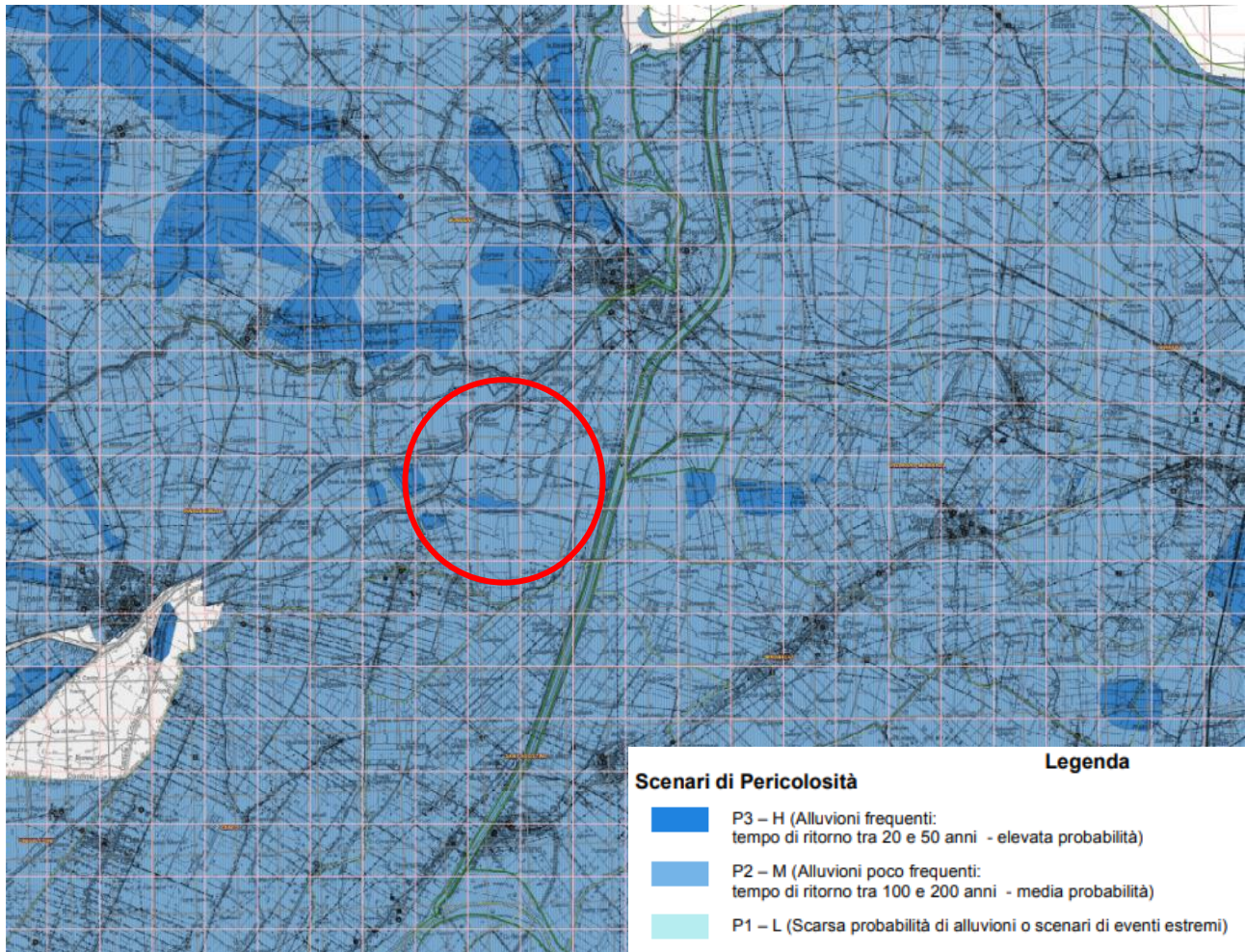


Figura 3.9 - Carta della Pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti a Inondazione (PGRA)

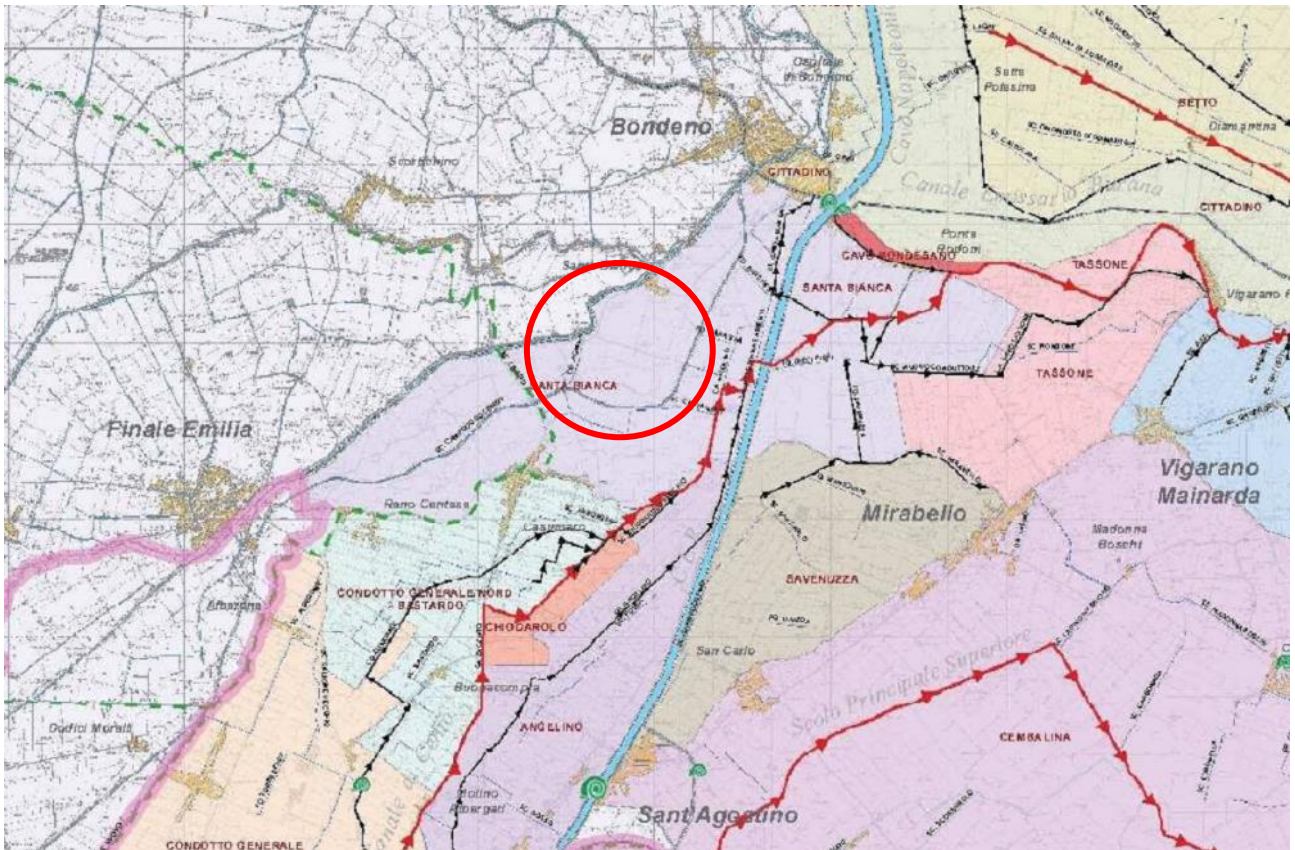


Figura 3.10 – Estratto Carta dei Bacini di Scolo e ordini afferenza - Consorzio Bonifica Pianura Ferrara

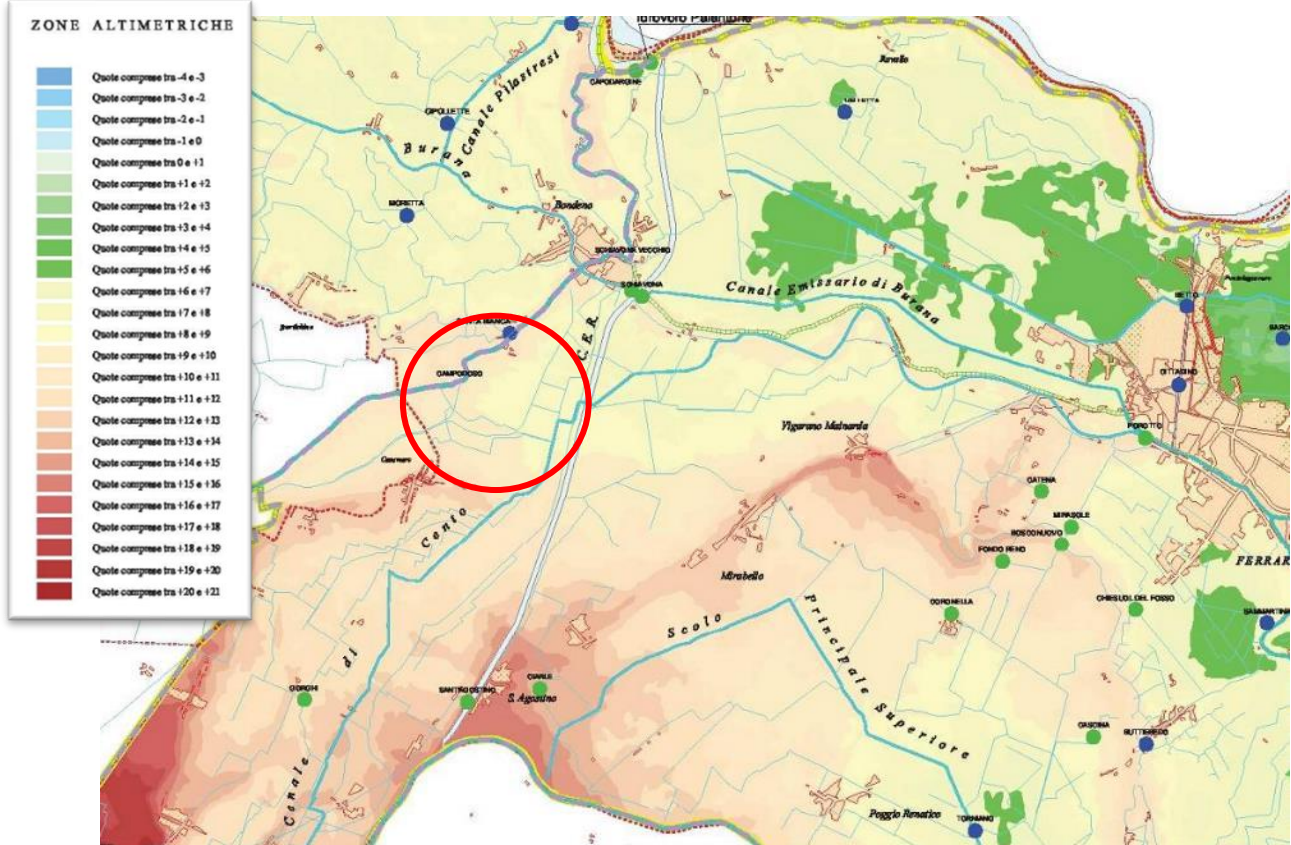


Figura 3.11 - Estratto Carta altimetrica - Consorzio Bonifica Pianura Ferrara

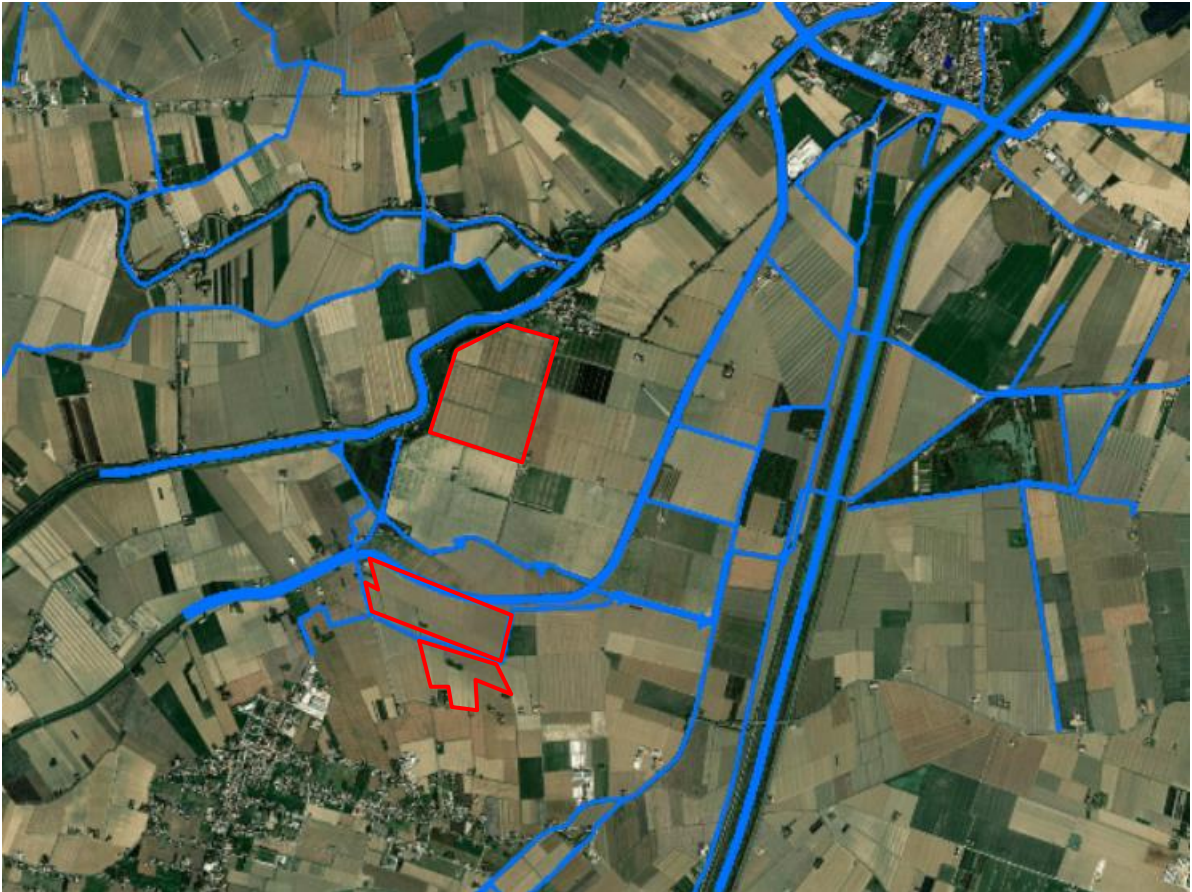


Figura 3.12 - Carta del reticolo idrografico

Secondo la carta del rischio idraulico e idrogeologico PAI Po la zona in esame rientra nella categoria R1- rischio moderato.

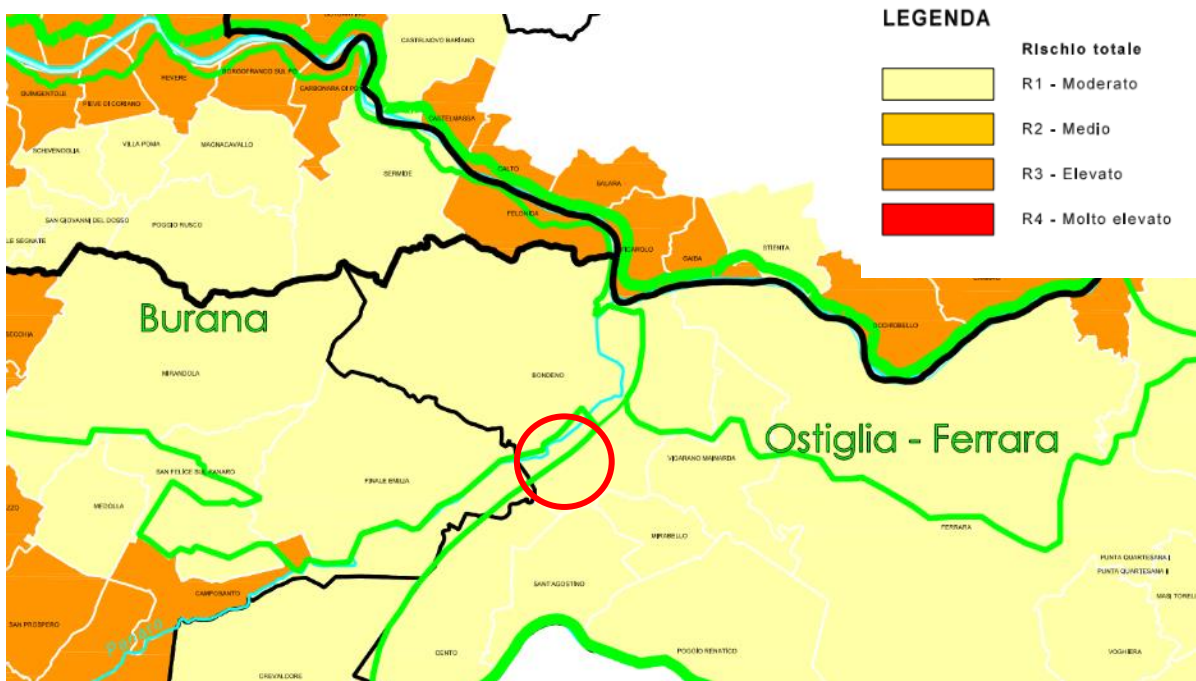


Figura 3.13 - Carta del Rischio Idraulico e idrogeologico (PAI Po)

Per quanto concerne il rischio di fenomeni di alluvione, l'area in esame rientra nella classe di rischio R1- rischio moderato o nullo, secondo la carta del rischio potenziale ad alluvione PGRA.

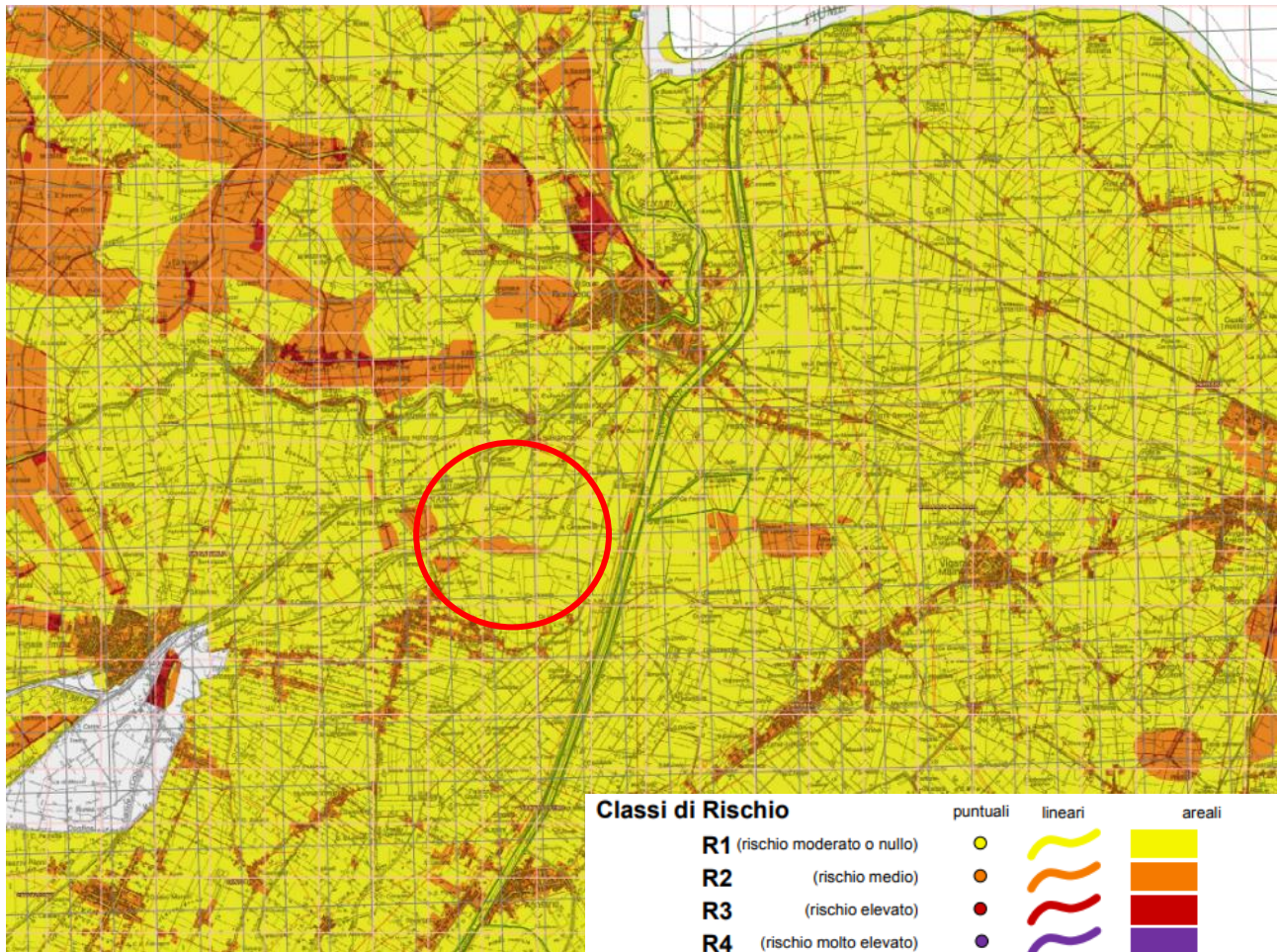


Figura 3.14 - Carta del Rischio potenziale ad alluvione (PGRA)

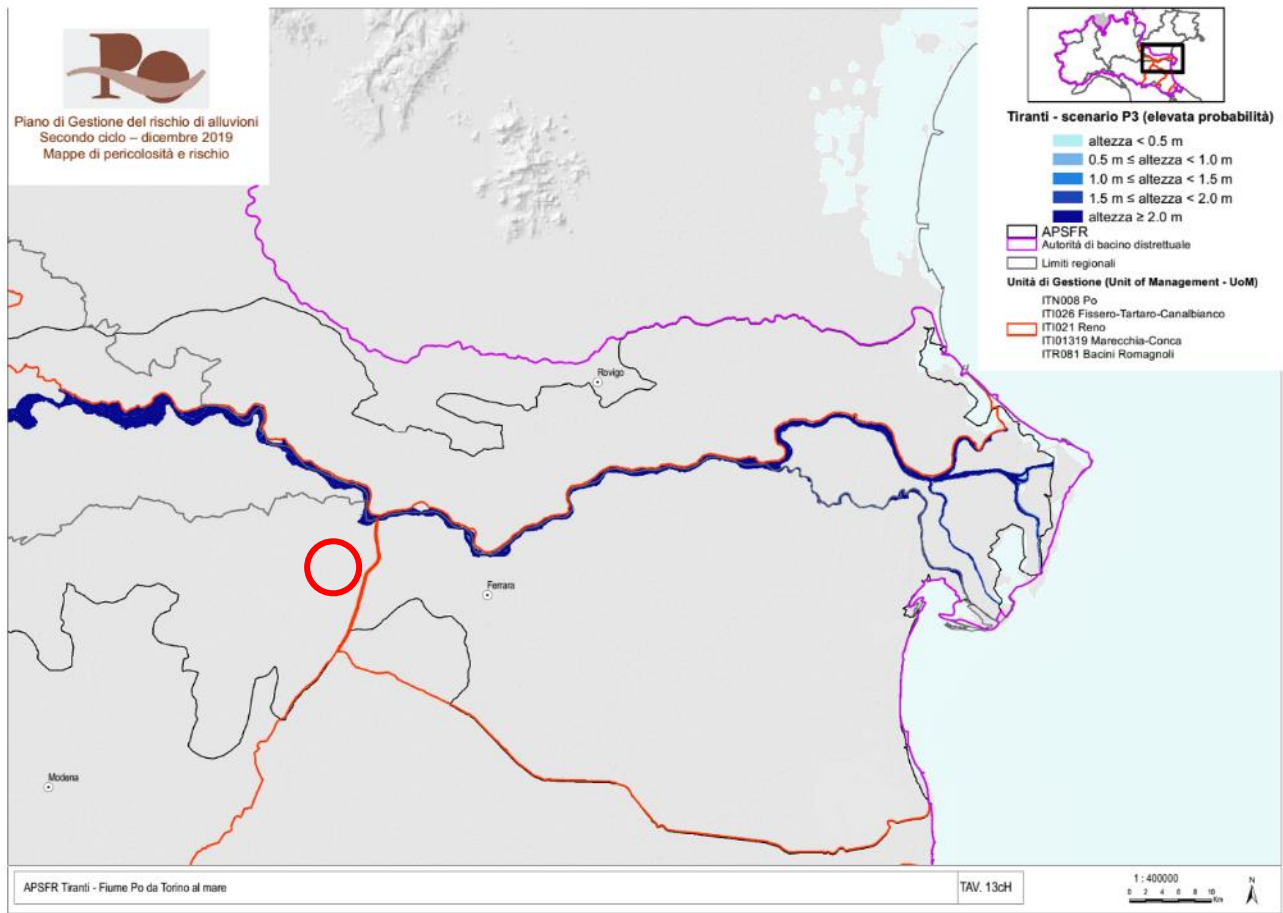


Figura 3.15 - Estratto carta pericolosità Bacino Idrografico del Fiume Po
Aree a Potenziale Rischio Significativo di Alluvione (APSFR)
Alluvioni frequenti TR 30-50 anni

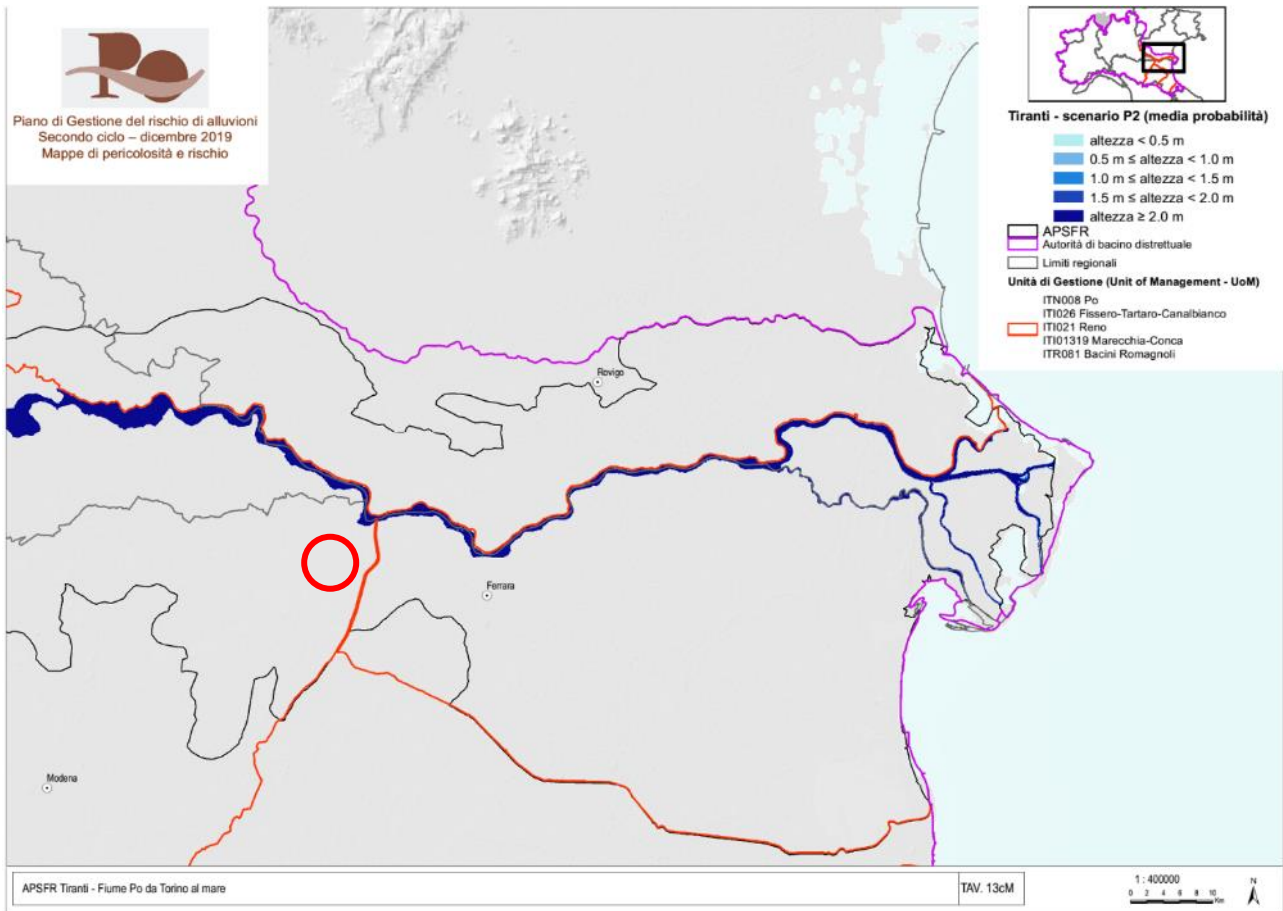


Figura 3.16 - Estratto carta pericolosità Bacino Idrografico del Fiume Po
Aree a Potenziale Rischio Significativo di Alluvione (APSFR)
Alluvioni frequenti TR 100-200 anni

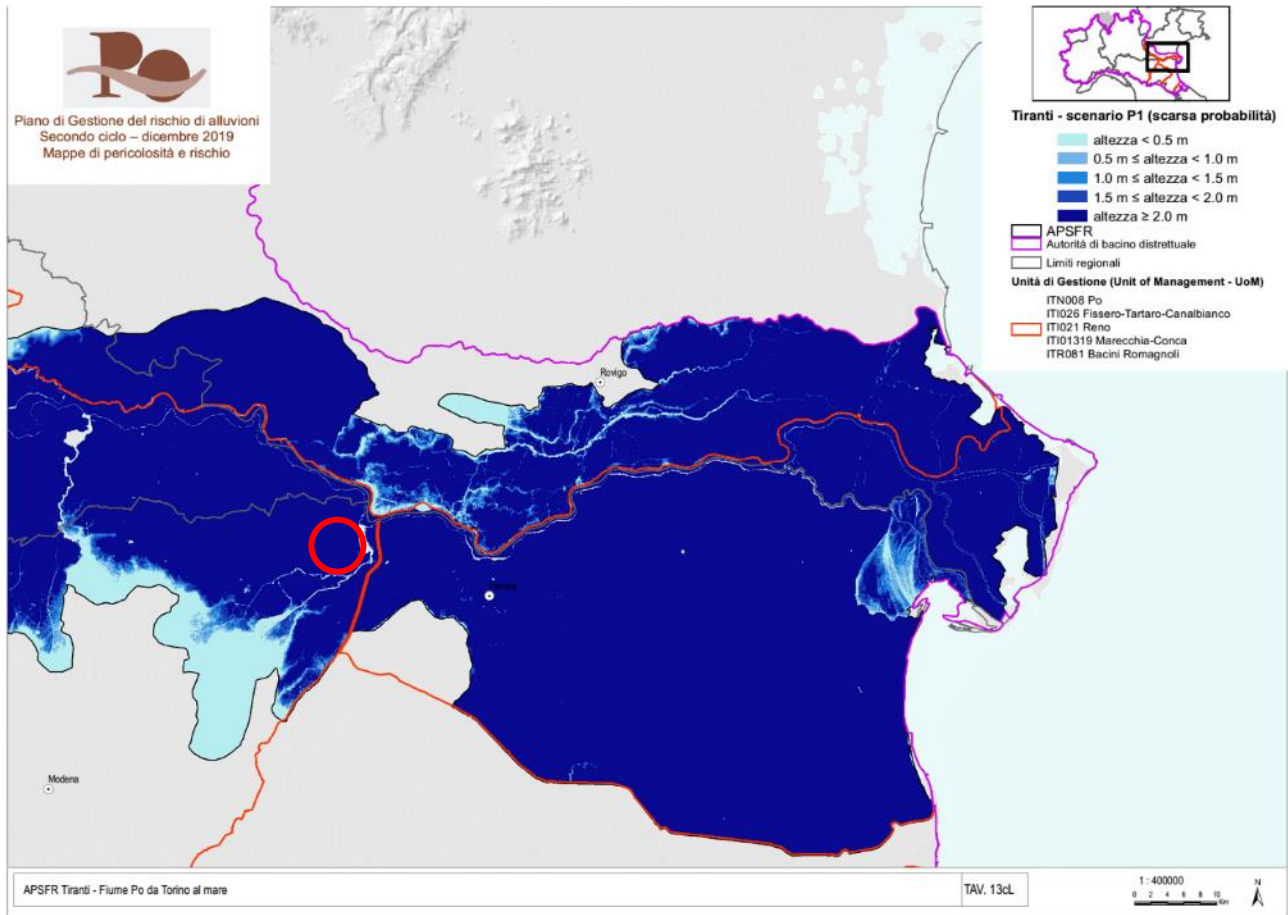


Figura 3.17 - Estratto carta pericolosità Bacino Idrografico del Fiume Po
Aree a Potenziale Rischio Significativo di Alluvione (APSFR)
Alluvioni frequenti TR fino a 500 anni

Nelle precedenti carte della pericolosità idraulica del bacino idrografico del Fiume Po, emerge che l'area rientra nelle zone di potenziale rischio significativo alluvione, con tempi di ritorno fino a 500 anni, ed altezza della lama d'acqua superiore ai 2 metri.

3.2 Caratteristiche del progetto

Per le caratteristiche di dettaglio dell'impianto si vedano gli elaborati progettuali.

Si riportano di seguito i dati pertinenti alla verifica idraulica.

Le superfici (espresse in mq) nel dettaglio risultano le seguenti:

Superficie Pannelli	282.591,05
Viabilità interna misto stabilizzato e/o terra battuta	33.521,64
Superficie Edifici Tecnici	613,16
TOTALE	316.725,85
Superficie area trasformata	1.102.303,00
Superficie a verde	125.385,25
Superficie agricola	660.191,90

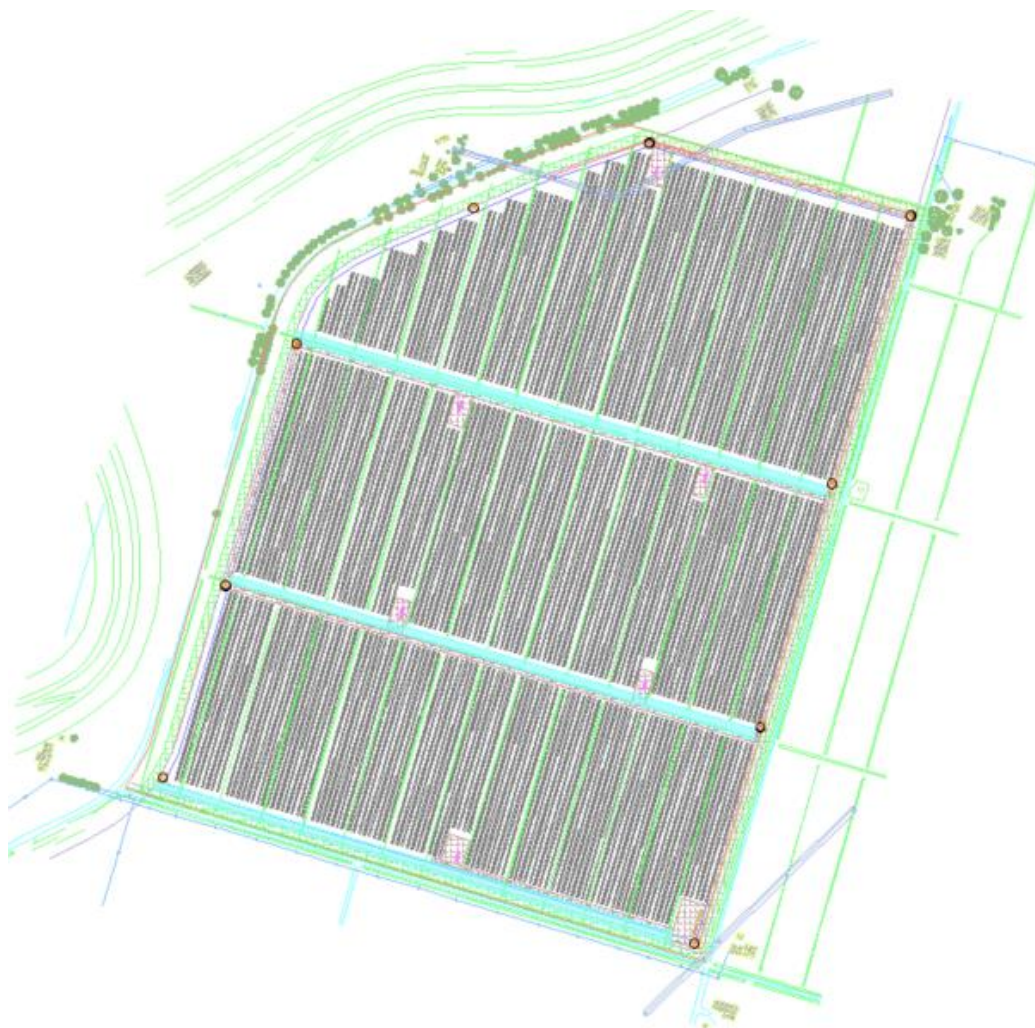


Figura 3.18 - Configurazione sezione Nord dell'impianto agrivoltaico

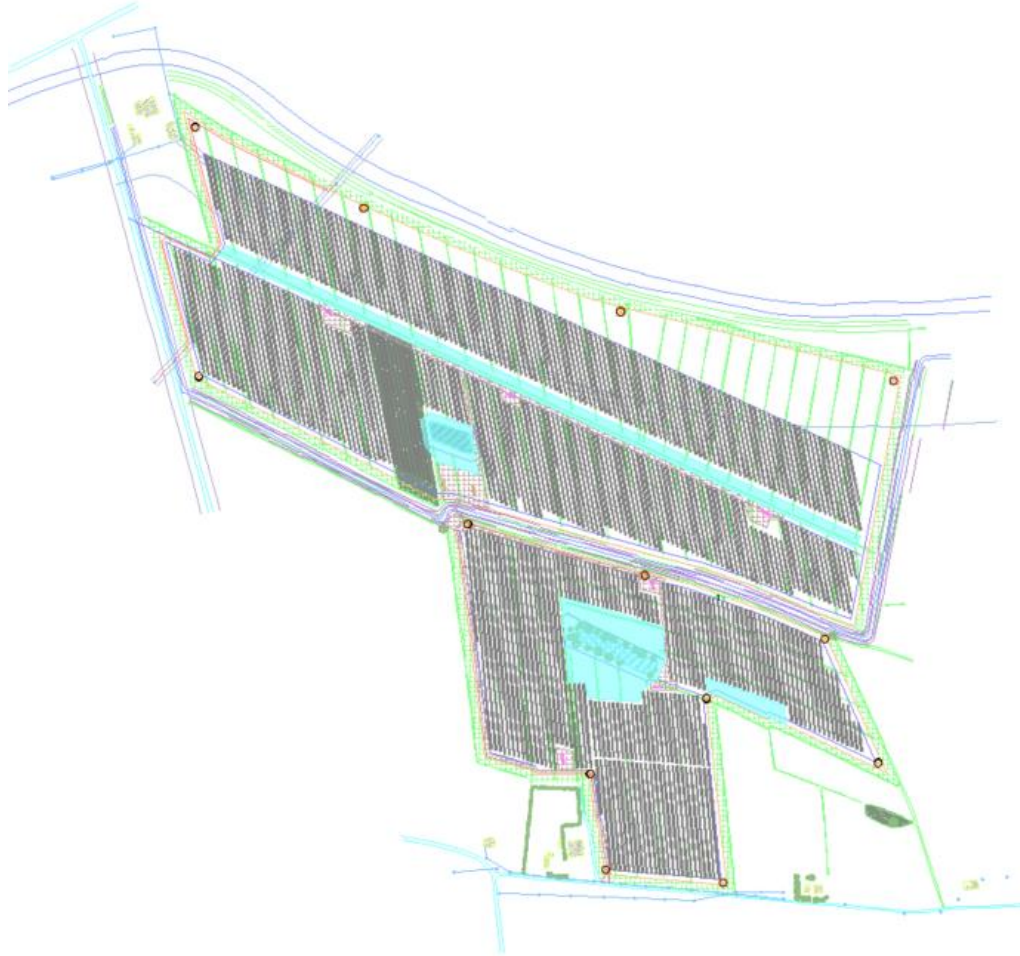


Figura 3.19 - Configurazione sezione Sud dell'impianto agrivoltaico

I pannelli sono sopraelevati rispetto al suolo e quindi modificano poco il regime, in quanto la pioggia giunge comunque al suolo senza che vengano modificati sostanzialmente i tempi.

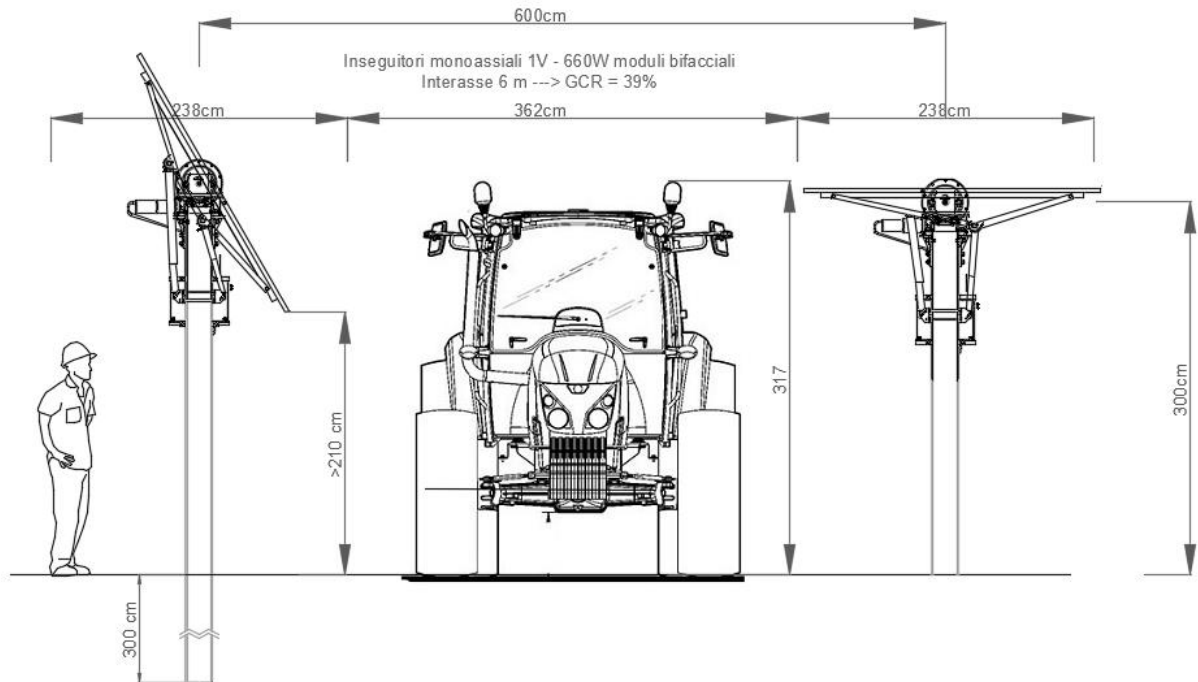


Figura 3.20 - Particolare tracker monoassiale

I pannelli sono sopraelevati ad inseguimento monoassiale, ossia il sistema di inseguimento/tracker, movimentata le vele in funzione di un algoritmo che insegue la radiazione solare, e movimentata indipendentemente ciascuna vela tra $\pm 60^\circ$ e quindi modificano di poco il regime, in quanto la pioggia giunge comunque sul terreno senza che vengano sostanzialmente alterati i tempi. Configurandosi come impianto agrivoltaico la maggior parte dell'area, tra un tracker e l'altro, sarà utilizzata a suolo agricolo. Inoltre, al contorno dell'impianto, sarà realizzata la viabilità interna, realizzata in ghiaia misto stabilizzato, così da evitare ristagni e consentire il passaggio dei mezzi necessari per la periodica pulizia dei pannelli e la manutenzione del verde.

Si specifica che la viabilità interna, necessaria in fase di cantiere e per la manutenzione, è stata ridotta al minimo, mantenendo a verde quanto più possibile, compatibilmente con la necessità di garantire l'accesso ai mezzi, in particolare, come detto precedentemente, per le periodiche manutenzioni e pulizia dei pannelli.

4 VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE CARATTERISTICHE DELLA RETE DRENANTE ESISTENTE

Sebbene si tratti di un unico impianto agrovoltaiico, questi occupa due terreni separati aventi circa la stessa area: uno più a Nord e uno più a Sud separati dall'Emissario Cavamento Palata dividendo idraulicamente l'intera opera in n. 02 macro bacini idrografici nord e sud, i quali verranno analizzati distintamente da un punto di vista idraulico. È da sottolineare inoltre che l'impianto sud, è a sua volta attraversato dal canale Nicolino, suddividendo idrograficamente l'area in ulteriori n. 02 bacini.

Nel totale si andranno a valutare le esigenze di compatibilità idraulica di n. 03 sottobacini idrografici.

Tutte le aree si presentano ad andamento topografico prevalentemente pianeggiante, con alcune variazioni altimetriche determinate dai processi geomorfologici che hanno agito sul sito.

Le due reti confluiscono rispettivamente:

- ✓ **Bacino Nord:** nel campo Nord è rilevabile una direzione di massima pendenza verso sud, ben visibile dall'elaborazione DSM del rilievo topografico. Sull'area è presente un reticolo idrografico costituito da scoline agrarie perimetrali e da n.39 scoline agrarie centrali orientate NNE-SSW, confluenti in n. 03 fossati trasversali orientati WNW-ES., con recapito in uno scolo di irrigazione/bonifica collegato verso sud ad un canale adduttore del Fiume Panaro e confluyente nel Canale di Cento ;
- ✓ **Bacino Sud 1:** la rete scolante costituita da n.57 scoline agrarie orientate NNW-SSE ed un laghetto (ex macero), confluyente in un fossato centrale con recapito nel canale consortile Nicolino che perimetra il bacino idrografico dai confini ovest-sud-est.
- ✓ **Bacino Sud 2:** la rete scolante costituita da n. 09 scoline agrarie orientate N-S e da n.05 scoline agrarie orientate WNW-ESE ed un laghetto (ex macero), confluenti in parte nel macero medesimo ed in parte direttamente nel canale consortile Nicolino posto a nord.

Tutte le aree sono perimetrate da scoline e fossati di drenaggio ben mantenuti, e tutte le scoline scaricano nei canali e scoli di drenaggio attraverso tubazioni di scarico in calcestruzzo di vari diametri.



Figura 4.1 - Ortofoto dell'area nord



Figura 4.2 - Ortofoto dell'area sud

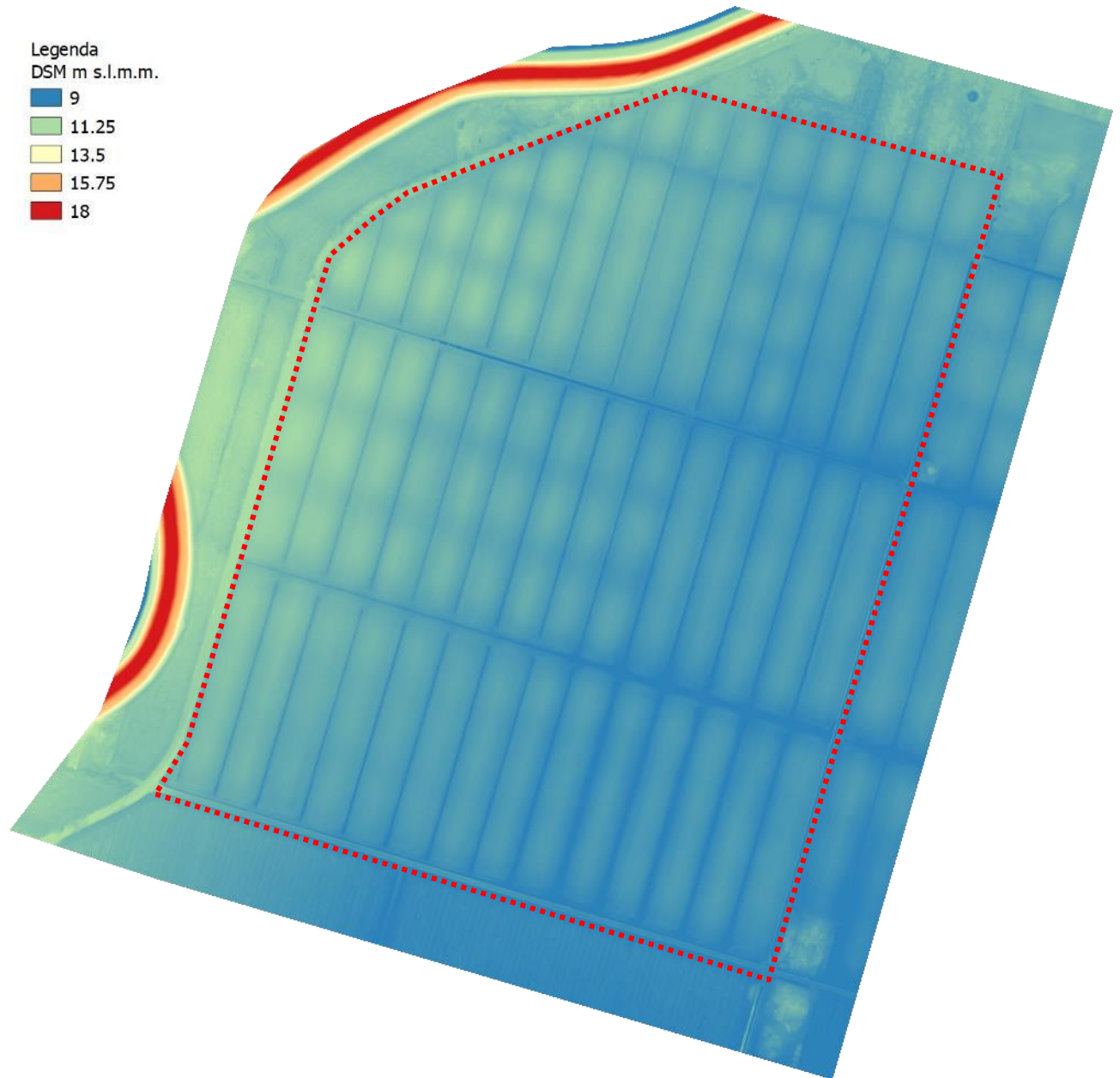


Figura 4.3 - DSM Area Nord - - Carta del microrilievo

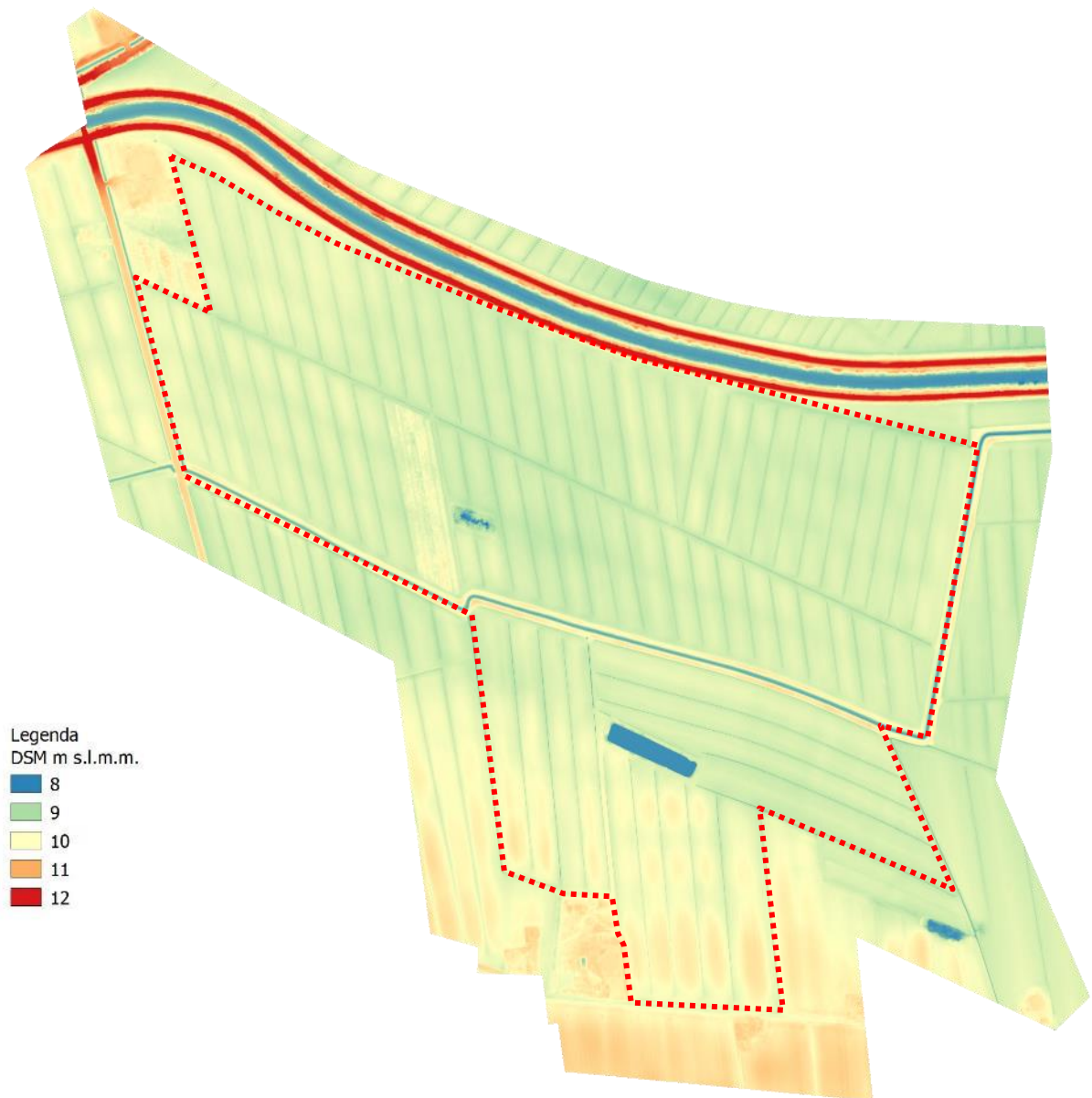


Figura 4.4 - DSM Area Sud - Carta del microrilievo

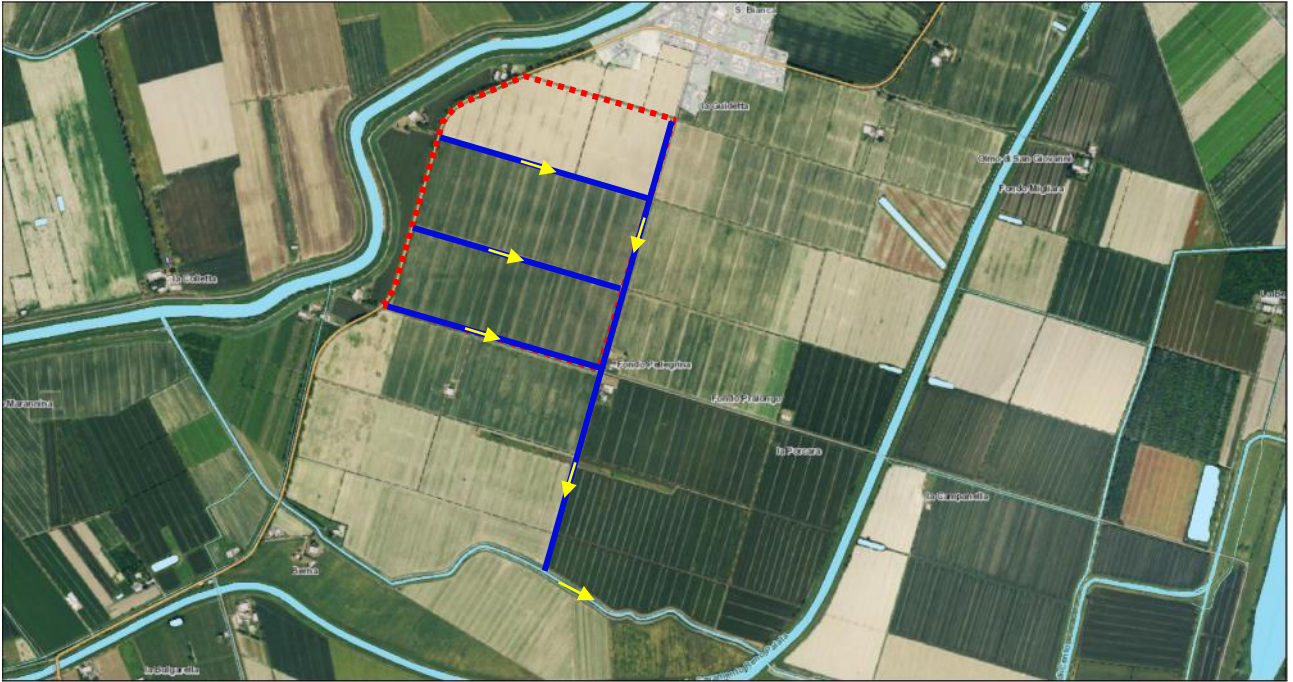


Figura 4.5 - Carta del reticolo Idrografico dell'area NORD

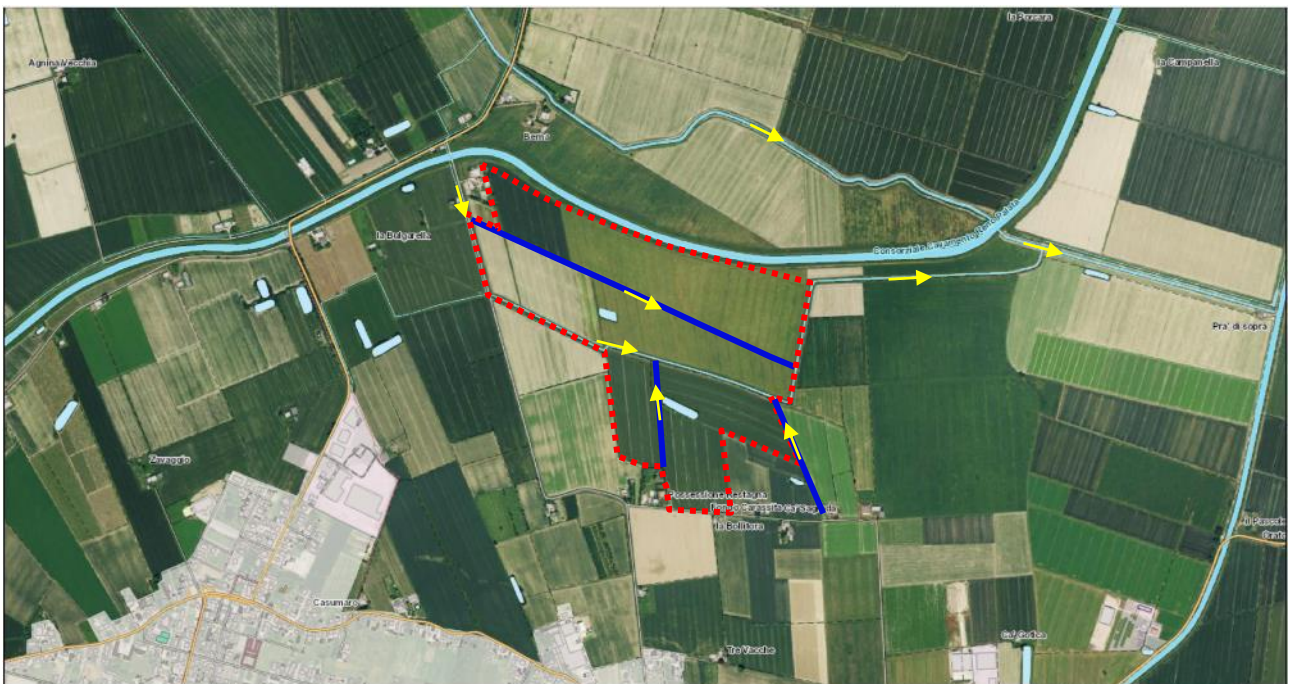


Figura 4.6 – carta del reticolo Idrografico dell'area SUD



Foto 1 – Confine Nord-Est con Via Morandi – AREA NORD



Foto 2 – Confine Est con Via Morandi – AREA NORD



Foto 3 – Confine Nord-Ovest con Strada Provinciale 9 – AREA NORD



Foto 4 – Fossato trasversale – AREA NORD



Foto 5 – confine Sud – AREA NORD



Foto 6 – Canale consortile Nicolino – AREA SUD



Foto 7 - Ex macero Area SUD Lotto 1



Foto 8 – fossato di scarico – Campo SUD Lotto 2



Foto 9 – Canale consortile Nicolino – AREA SUD



Foto 10 – Confine Sud-Ovest – Campo SUD Lotto 2



Foto 11 – Campo SUD Lotto 2



Foto 12 – Specchio d'acqua – Campo SUD Lotto 2

4.1 Determinazione del coefficiente di deflusso ante e post operam

L'area attualmente è ad utilizzo agricolo. Successivamente verranno installati i tracker di pannelli fotovoltaici, verranno realizzate n. 12 cabine trasformazione in metallo, n. 02 cabina di raccolta e n. 02 container adibiti a magazzini/uffici, e verranno realizzate piste di accesso agli impianti in misto granulare ed in terra battuta. Tutta la rimanente area, compresa quella sottostante ai pannelli FV rimarrà destinata a verde come prato.

Sulla base di tali caratteristiche è stata effettuata la valutazione dei coefficienti di afflusso medi dell'area ante e post operam, utilizzando i valori di riferimento delle linee guida regionali.

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso (°)
Aree agricole	0.1
Superfici permeabili (aree verdi)	0.2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)	0.6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,.....)	0.9
Impianti fotovoltaici su terreni senza pavimentazione	0.7

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

Tipo copertura	CAMPO NORD		
	Area	Coefficiente afflusso	Coefficiente afflusso medio ANTE OPERAM
Aree agricole	573.321,00	0,1	57.332,10
Capezzagne	9.185,00	0,2	1.837,00
Maceri	-	0,1	-
Totali	582.506,00		59.169,10

Tipo copertura	CAMPO NORD		
	Area	Coefficiente afflusso	Coefficiente afflusso medio POST OPERAM
Superficie Edifici Tecnici	306,58	0,9	275,92
Superficie Pannelli	163.779,30	0,7	114.645,51
Viabilità interna: terra battuta e misto stabilizzato	18.089,77	0,6	10.853,86
Aree a verde	51.285,96	0,2	10.257,19
Aree agricole	349.044,39	0,1	34.904,44
Totali	582.506,00		170.936,93

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

CAMPO SUD - Lotto 1			
Tipo copertura	Area	Coefficiente afflusso	Coefficiente afflusso medio ANTE OPERAM
Aree agricole	343.240,80	0,1	34.324,08
Capezzagne	10.551,00	0,2	2.110,20
Maceri	1.460,20	0,1	146,02
Totali	355.252,00		36.580,30
			0,10

CAMPO SUD - Lotto 1			
Tipo copertura	Area	Coefficiente afflusso	Coefficiente afflusso medio POST OPERAM
Superficie Edifici Tecnici	186,79	0,9	168,11
Superficie Pannelli	76.975,40	0,9	69.277,86
Viabilità interna: terra battuta e misto stabilizzato	9.058,39	0,6	5.435,03
Aree a verde	42.626,32	0,2	8.525,26
Aree agricole	226.405,10	0,1	22.640,51
Totali	355.252,00		106.046,78
			0,30

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

CAMPO SUD - Lotto 2			
Tipo copertura	Area	Coefficiente afflusso	Coefficiente afflusso medio ANTE OPERAM
Aree agricole	156.492,54	0,1	15.649,25
Capezzagne	5.216,00	0,2	1.043,20
Maceri	2.836,46	0,1	283,65
Totali	164.545,00		16.976,10
			0,10

CAMPO SUD - Lotto 2			
Tipo copertura	Area	Coefficiente afflusso	Coefficiente afflusso medio POST OPERAM
Superficie Edifici Tecnici	119,79	0,9	107,81
Superficie Pannelli	41.836,35	0,9	37.652,71
Viabilità interna: terra battuta e misto stabilizzato	6.373,48	0,6	3.824,09
Aree a verde	31.472,97	0,2	6.294,59
Aree agricole	84.742,41	0,1	8.474,24

Totale	164.545,00	56.353,45	0,34
---------------	-------------------	------------------	-------------

4.2 Definizione dell'evento di pioggia, curve pluviometriche e parametri assunti

Sulla base delle coordinate del sito, e verificando la distribuzione spaziale delle precipitazioni intense adottata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del PAI – Piano di stralcio per l'Assetto Idrogeologico, si ottengono i seguenti valori dei parametri pluviometrici.

Coordinate del sito:

Latitudine: **44°51'9.12"N** - Longitudine: **11°22'46.78"E** - Quota: da **9.0 m slm**

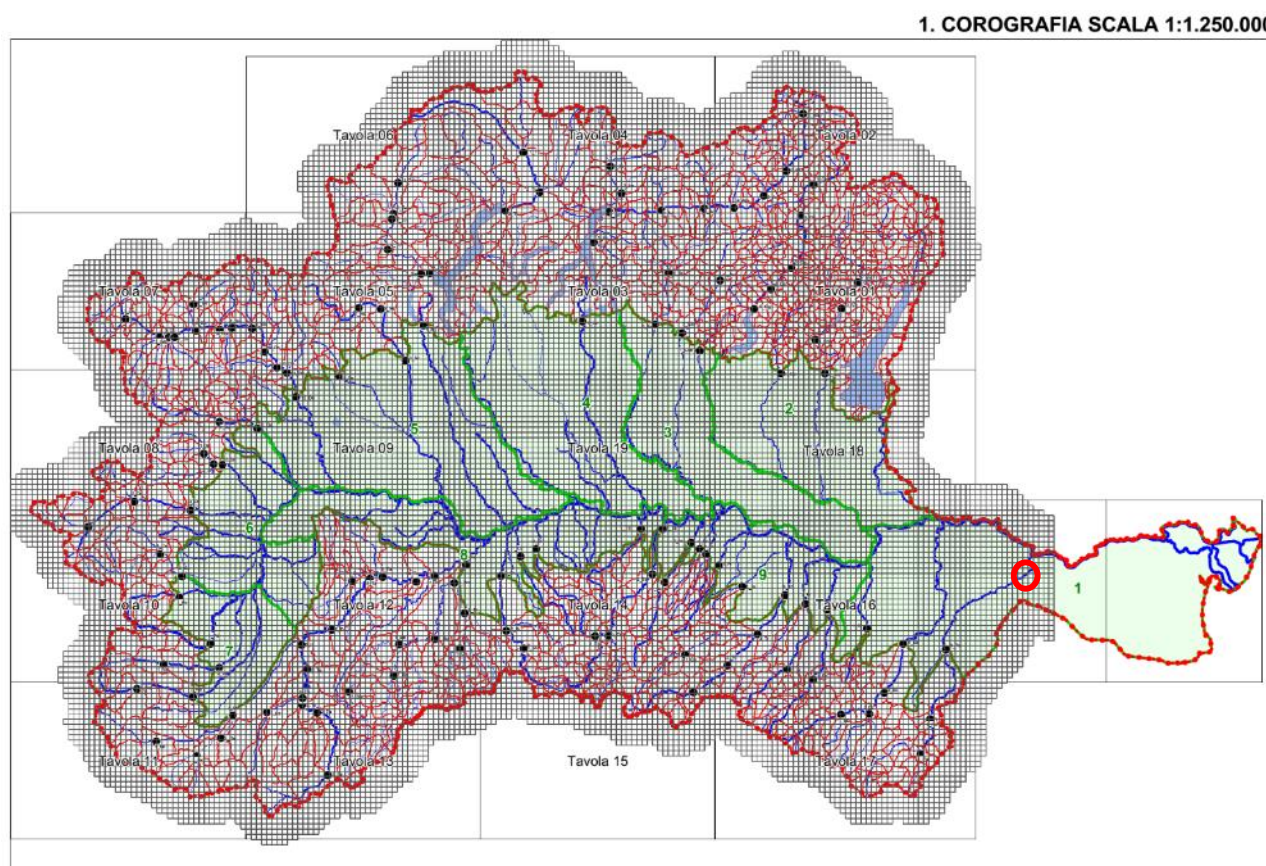


Figura 4.7 - Estratto PAI Fiume Po - Allegato 3 - Cartografia 3

La curva di probabilità pluviometrica, con tempo di ritorno di 100 anni, nella sua forma generale è la seguente:

$$h = a t^n$$

con h= altezza della pioggia in millimetri;

t = durata di pioggia in ore;

a (mm/h) n (adimensionale);

I coefficienti a e n sono ricavabili dalla Griglia di discretizzazione delle Piogge Intense: (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO) da cui la cella significativa di calcolo risulta la GM116:

Cella	Coordinate Est UTM cella di calcolo	Coordinate Nord UTM cella di calcolo	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
GL125	687000,00000	4951000,00000	44,76	0,270	58,34	0,263	64,11	0,260	71,81	0,257
GL126	687000,00000	4949000,00000	44,88	0,272	58,48	0,265	64,26	0,263	71,97	0,260
GL127	687000,00000	4947000,00000	45,00	0,274	58,61	0,267	64,40	0,265	72,11	0,262
GL128	687000,00000	4945000,00000	45,73	0,271	59,63	0,264	65,54	0,262	73,43	0,259
GL129	687000,00000	4943000,00000	45,83	0,273	59,76	0,266	65,67	0,264	73,57	0,261
GL130	687000,00000	4941000,00000	45,93	0,276	59,87	0,269	65,80	0,267	73,70	0,264
GL131	687000,00000	4939000,00000	46,02	0,278	59,98	0,271	65,91	0,269	73,82	0,267
GL132	687000,00000	4937000,00000	46,10	0,281	60,08	0,274	66,01	0,272	73,93	0,269
GM101	689000,00000	4999000,00000	41,08	0,252	53,22	0,245	58,34	0,243	65,26	0,239
GM102	689000,00000	4997000,00000	41,05	0,253	53,21	0,245	58,35	0,243	65,28	0,240
GM103	689000,00000	4995000,00000	40,76	0,254	52,82	0,246	57,91	0,244	64,78	0,241
GM104	689000,00000	4993000,00000	40,78	0,254	52,88	0,247	57,98	0,245	64,88	0,241
GM105	689000,00000	4991000,00000	40,81	0,255	52,95	0,247	58,08	0,245	64,99	0,242
GM106	689000,00000	4989000,00000	40,87	0,255	53,05	0,248	58,19	0,246	65,14	0,242
GM107	689000,00000	4987000,00000	40,89	0,256	53,13	0,249	58,30	0,247	65,27	0,243
GM108	689000,00000	4985000,00000	41,38	0,254	53,85	0,247	59,12	0,245	66,22	0,241
GM109	689000,00000	4983000,00000	41,52	0,255	54,07	0,247	59,37	0,245	66,51	0,241
GM110	689000,00000	4981000,00000	41,69	0,255	54,32	0,247	59,65	0,245	66,83	0,241
GM111	689000,00000	4979000,00000	42,03	0,256	54,81	0,248	60,22	0,246	67,49	0,242
GM112	689000,00000	4977000,00000	42,22	0,256	55,09	0,248	60,53	0,246	67,85	0,242
GM113	689000,00000	4975000,00000	42,29	0,257	55,18	0,249	60,62	0,247	67,95	0,243
GM114	689000,00000	4973000,00000	42,65	0,256	55,69	0,248	61,21	0,246	68,62	0,242
GM115	689000,00000	4971000,00000	42,85	0,256	55,96	0,248	61,51	0,246	68,96	0,242
GM116	689000,00000	4969000,00000	43,04	0,257	56,23	0,248	61,81	0,246	69,29	0,243
GM117	689000,00000	4967000,00000	43,24	0,257	56,49	0,249	62,10	0,247	69,62	0,243
GM118	689000,00000	4965000,00000	43,42	0,258	56,74	0,250	62,38	0,248	69,94	0,244
GM119	689000,00000	4963000,00000	43,61	0,258	56,99	0,251	62,65	0,248	70,24	0,245

Tabella 1 - Estratto PAI Fiume Po - Allegato 3 - Regionalizzazione dei parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni

I valori pertinenti risultano:

- ID Cella **GM116**
- a= 56,23 mm per durata della pioggia = 2 h e Tr = 100 anni
- n = 0,248

4.3 Metodo dell'invaso

METODO DELL'INVASO**CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA - AREA NORD**

$$\text{Superficie fondiaria} = 582.506,00 \text{ mq}$$

ANTE OPERAM

$$\text{Superficie impermeabile esistente} = 0,00 \text{ mq}$$

$$\text{Imp}^\circ = 0,00$$

$$\text{Superficie permeabile esistente} = 582.506,00 \text{ mq}$$

$$\text{Per}^\circ = 1,00$$

$$\text{Imp}^\circ + \text{Per}^\circ = 1,00$$

POST OPERAM

$$\text{Superficie impermeabile di progetto} = 173.130,77 \text{ mq}$$

$$\text{Imp} = 0,30$$

$$\text{Superficie permeabile progetto} = 409.375,23 \text{ mq}$$

$$\text{Per} = 0,70$$

$$\text{Imp} + \text{Per} = 1,00$$

INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA

$$\text{Superficie trasformata/livellata} = 233.461,61 \text{ mq}$$

$$I = 0,40$$

$$\text{Superficie agricola inalterata} = 349.044,39 \text{ mq}$$

$$P = 0,60$$

$$I + P = 1,00$$

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

$$\text{Ante Operam } \phi^\circ = 0,10$$

$$\text{Post Operam } \phi = 0,29$$

CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO

$$w = w^\circ (f/f^\circ)^{1/(1-n)} - 15 l - w^\circ P = 50 \times 7,69 - 15 \times 0,40 - 50 \times 0,60 = 348,63 \text{ mc/ha } w$$

$$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} = 348,63 \times 582.506 : 10.000 = 20.307,82 \text{ mc } W$$

DIMENSIONAMENTO STROZZATURA

Portata amm.le (Qagr.=8 l/sec/ha*)

$$466,00 \text{ l/sec}$$

Perm₀+90l/sec/ha*Imp₀)

Battente massimo h

$$1,00 \text{ m}$$

DN max condotta di scarico

$$472,50 \text{ mm}$$

Si adotta condotta DN

$$450,00 \text{ mm}$$

Portata uscente con la condotta adottata

$$422,86 \text{ l/sec}$$

$$0,4229 \text{ mc/sec}$$

METODO DELL'INVASO**CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA - AREA SUD 1**

$$\text{Superficie fondiaria} = 355.252,00 \text{ mq}$$

ANTE OPERAM

$$\text{Superficie impermeabile esistente} = 0,00 \text{ mq}$$

$$\text{Imp}^\circ = 0,00$$

$$\text{Superficie permeabile esistente} = 355.252,00 \text{ mq}$$

$$\text{Per}^\circ = 1,00$$

$$\text{Imp}^\circ + \text{Per}^\circ = 1,00$$

POSTOPERAM

$$\text{Superficie impermeabile di progetto} = 81.691,39 \text{ mq}$$

$$\text{Imp} = 0,23$$

$$\text{Superficie permeabile progetto} = 273.560,61 \text{ mq}$$

$$\text{Per} = 0,77$$

$$\text{Imp} + \text{Per} = 1,00$$

INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA

$$\text{Superficie trasformata/livellata} = 128.846,90 \text{ mq}$$

$$I = 0,36$$

$$\text{Superficie agricola inalterata} = 226.405,10 \text{ mq}$$

$$P = 0,64$$

$$I + P = 1,00$$

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POSTOPERAM

$$\text{Ante Operam } \phi^\circ = 0,10$$

$$\text{Post Operam } \phi = 0,30$$

CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO

$$w = w^\circ (f/f^\circ)^{1/(1-n)} - 15 I - w^\circ P = 50 \times 7,74 - 15 \times 0,36 - 50 \times 0,64 = 349,87 \text{ mc/ha } w$$

$$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} = 349,87 \times 355.252 : 10.000 = 12.429,35 \text{ mc } W$$

DIMENSIONAMENTO STROZZATURA

Portata amm.le ($Q_{agr.} = 8 \text{ l/sec/ha}^\circ$)

$\text{Perm}_0 + 90 \text{ l/sec/ha}^\circ \text{Imp}_0$)

$$284,20 \text{ l/sec}$$

Battente massimo h

$$1,00 \text{ m}$$

Sezione massima condotta di scarico

$$106936 \text{ mm}^2$$

DN max condotta di scarico

$$368,99 \text{ mm}$$

Si adotta condotta DN

$$350,00 \text{ mm}$$

Portata uscente con la condotta adottata

$$255,80 \text{ l/sec}$$

$$0,2558 \text{ mc/sec}$$

METODO DELL'INVASO**CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA - AREA SUD 2**

$$\text{Superficie fondiaria} = 164.545,00 \text{ mq}$$

ANTE OPERAM

$$\text{Superficie impermeabile esistente} = 0,00 \text{ mq}$$

$$\text{Imp}^\circ = 0,00$$

$$\text{Superficie permeabile esistente} = 164.545,00 \text{ mq}$$

$$\text{Per}^\circ = 1,00$$

$$\text{Imp}^\circ + \text{Per}^\circ = 1,00$$

POST OPERAM

$$\text{Superficie impermeabile di progetto} = 45.142,88 \text{ mq}$$

$$\text{Imp} = 0,27$$

$$\text{Superficie permeabile progetto} = 119.402,12 \text{ mq}$$

$$\text{Per} = 0,73$$

$$\text{Imp} + \text{Per} = 1,00$$

INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA

$$\text{Superficie trasformata/livellata} = 79.802,59 \text{ mq}$$

$$I = 0,48$$

$$\text{Superficie agricola inalterata} = 84.742,41 \text{ mq}$$

$$P = 0,52$$

$$I + P = 1,00$$

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POSTOPERAM

$$\text{Arte Operam } \phi^\circ = 0,10$$

$$\text{Post Operam } \phi = 0,34$$

CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO

$$w = w^\circ (f/f^\circ)^{1/(1-n)} - 15 I - w^\circ P = 50 \times 10,05 - 15 \times 0,48 - 50 \times 0,52 = 469,38 \text{ mc/ha } w$$

$$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} = 469,38 \times 164.545 : 10.000 = 7.723,37 \text{ mc } W$$

DIMENSIONAMENTO STROZZATURA

Portata amm.le (Qagr.=8 l/sec/ha*

Permo+90l/sec/ha*Impo)

Battente massimo h

Sezione massima condotta di scarico

131,64 l/sec

1,00 m

49531 mm²

DN max condotta di scarico

251,13 mm

Si adotta condotta DN

Portata uscente con la condotta adottata

250,00 mm

130,51 l/sec

0,1305 mc/sec

4.4 Metodo delle piogge

METODO delle SOLE PIOGGE**VERIFICA DELLA VOLUMETRIA PER PIOGGE CON TR 100 ANNI E DURATA d 2h - AREA NORD**

Superficie fondiaria	58,25 ha	superficie totale dell'intervento
TR	100 anni	tempo di ritorno di riferimento
a	56,230	coeff. pluviometrico orario
n	0,248	coeff. di scala
tp	2,00 ore	durata di pioggia
φ	0,29	coeff. di deflusso dopo la trasformazione
h	66,78 mm	altezza pioggia in tp
Vp	38.897,70 mc	Volume piovuto in tp
Ve	11.414,57 mc	Volume effluente in vasca in tp
Qu	422,86 l/sec	Portata scaricabile dalla strozzatura adottata
Vu	3.044,60 mc	Volume scaricato dalla vasca nel ricettore in tp
Ve-Vu	8.369,97 mc	Volume da laminare per evento TR 50 d 2 ore
W	20.307,82 mc	Volume di laminazione

VERIFICATO**W FINALE da adottare= 20.307,82 mc****METODO delle SOLE PIOGGE****VERIFICA DELLA VOLUMETRIA PER PIOGGE CON TR 100 ANNI E DURATA d 2h - AREA SUD 1**

Superficie fondiaria	35,53 ha	superficie totale dell'intervento
TR	100 anni	tempo di ritorno di riferimento
a	56,230	coeff. pluviometrico orario
n	0,248	coeff. di scala
tp	2,00 ore	durata di pioggia
φ	0,30	coeff. di deflusso dopo la trasformazione
h	66,78 mm	altezza pioggia in tp
Vp	23.722,48 mc	Volume piovuto in tp
Ve	7.081,43 mc	Volume effluente in vasca in tp
Qu	255,80 l/sec	Portata scaricabile dalla strozzatura adottata
Vu	1.841,79 mc	Volume scaricato dalla vasca nel ricettore in tp
Ve-Vu	5.239,64 mc	Volume da laminare per evento TR 50 d 2 ore
W	12.429,35 mc	Volume di laminazione

VERIFICATO**W FINALE da adottare= 12.429,35 mc**

METODO delle SOLE PIOGGE**VERIFICA DELLA VOLUMETRIA PER PIOGGE CON TR 100 ANNI E DURATA d 2h - AREA SUD 2**

Superficie fondiaria	16,45 ha	superficie totale dell'intervento
TR	50 anni	tempo di ritorno di riferimento
a	56,230	coeff. pluviometrico orario
n	0,248	coeff. di scala
tp	2,00 ore	durata di pioggia
φ	0,34	coeff. di deflusso dopo la trasformazione
h	66,78 mm	altezza pioggia in tp
Vp	10.987,74 mc	Volume piovuto in tp
Ve	3.763,08 mc	Volume effluente in vasca in tp
Qu	130,51 l/sec	Portata scaricabile dalla strozzatura adottata
Vu	939,69 mc	Volume scaricato dalla vasca nel ricettore in tp
Ve-Vu	2.823,39 mc	Volume da laminare per evento TR 50 d 2 ore
W	7.723,37 mc	Volume di laminazione

VERIFICATO**W FINALE da adottare= 7.723,37 mc****VOLUMI INVASO**

	CAMPO NORD	CAMPO SUD 1	CAMPO SUD 2	TOTALE
	<i>Metodo Invaso</i>	<i>Metodo Invaso</i>	<i>Metodo Invaso</i>	<i>Metodo Invaso</i>
	20.307,82	12.429,35	7.723,37	40.460,53
<i>mc/ha</i>	348,63	349,87	469,38	367,05

<i>Superficie (Ha)</i>	58,25	35,53	16,45	110,23
------------------------	-------	-------	-------	--------

Tabella 2 - Volumi invaso e volumi specifici di laminazione

Nella tabella sovrastante si riepilogano i volumi di invaso calcolati per i due sottobacini ed i volumi specifici di laminazione che ne deriverebbero.

4.5 Parametri idrogeologici

Constatato che i terreni nell'area di studio sono costituiti superficialmente prevalentemente da materiali di riporto costituiti da ghiaie in matrice limoso sabbiosa, è possibile affermare che il coefficiente di permeabilità idraulica è verosimilmente sull'ordine di grandezza dei 10^{-7} m/s.

La soggiacenza della falda freatica si attesta all'incirca attorno agli 2-3 m da piano campagna, suscettibile delle variazioni idrologiche stagionali.

Tipo di suolo	Permeabilità idraulica K (m/s)
Ciottoli, ghiaia (senza elementi fini)	$10^{-2} - 1.0$
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	$10^{-5} + 10^{-2}$
Sabbia molto fine	$10^{-6} + 10^{-4}$
Limo e sabbia argillosa	$10^{-9} + 10^{-5}$
Limo	$10^{-8} + 10^{-6}$
Argilla sovraconsolidata fessurata	$10^{-8} + 10^{-4}$
Argilla omogenea sotto falda	$< 10^{-9}$
Roccia non fessurata	$10^{-12} + 10^{-10}$

5 MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE

Il volume finale di laminazione richiesto di circa 40.460 mc è gestito mediante la realizzazione di n. 07 bacini di detenzione, il mantenimento degli specchi d'acqua superficiale esistenti (laghetti, ex maceri), il mantenimento di una parte delle scoline agrarie e la realizzazione di n. 02 affossature di collegamento dei bacini con i corpi recettore in cui far laminare le acque meteoriche prima del loro definitivo recapito negli scoli consortili.

La sistemazione agraria del fondo prevede un miglioramento fondiario delle sole aree poste a sud, mediante la realizzazione di piani inclinati livellati secondo sotto bacini idrografici, funzionali al corretto allontanamento delle acque evitando fenomeni di ristagno idrico o erosione localizzata, e confluenti entro i bacini di laminazione e maceri esistenti.

Successivamente le acque defluiranno entro i bacini di detenzione e le affossature, le quali scaricheranno in seguito entro il corpo recettore gestito dal Consorzio di Bonifica, mediante condotte di scarico DN 450 mm max per l'impianto Nord e DN 350 e 250 mm max per impianti Sud, al fine di rispettare la portata massima prevista per il recettore idraulico di 8 l/s*ha.

Le aree inoltre saranno accessibili da piste di servizio perimetrale e centrale (solo sottocampo nord), attrezzate con misto stabilizzato che favorirà l'infiltrazione delle acque meteoriche entro il terreno. Trattandosi di un impianto agrovoltaioco, la maggior superficie dell'impianto sarà mantenuta ad utilizzo agricolo con conseguente massima infiltrazione efficace. Le aree saranno inoltre perimetrate da fasce

boscate ed inerbite che rallenteranno ulteriormente il ruscellamento superficiale e favoriranno anch'esse l'infiltrazione efficace nel sottosuolo.

Il Piano di Manutenzione prevede lo sfalcio periodico della vegetazione, al fine di mantenere funzionale il sistema di raccolta, garantendo inoltre la pulizia delle condotte di scarico.

CAMPO NORD

ID Bacino	Volume (mc)	Profondità (m)	Corpo recettore
NORD 1	7.225,53	1,00	Affossatura Est
NORD 2	5.282,96	1,00	Affossatura Est
NORD 3	6.744,98	1,00	Fosso irriguo/bonifica → Adduttore Panaro- Canale di Cento
AFFOSSATURA EST	2.334,80	1,0	Bacino NORD 3
TOTALE	21.588,27		

Tabella 3 – Volumi invaso sottocampo Nord

CAMPO SUD – Lotto 1

ID Bacino	Volume (mc)	Profondità (m)	Corpo recettore
SUD 1	14.713,04	1,00	Canale NICOLINO
SUD 2	3.728,00	1,00	Fosso scarico
FOSSO	55,59	1,00	Bacino SUD 1
TOTALE	18.496,63		

Tabella 4 – Volumi invaso sottocampo Sud

CAMPO SUD – Lotto 2

ID Bacino	Volume (mc)	Profondità (m)	Corpo recettore
SUD 3	6.313,79	0,50	Fosso Nord
MACERO	2.836,46	1,00	Fosso Nord
SUD 4	1.401,77	1,00	Macero
FOSSO NORD	95,69	1,00	Canale NICOLINO
TOTALE	10.552,01		

Tabella 5 – Volumi invaso sottocampo Sud

Considerando inoltre che tutta l'area, al termine delle attuali opere di progetto, sarà prevalentemente mantenuta ad utilizzo agricolo ed in parte ricoperta da fasce vegetate a prato stabile ad arbustiva/arborea, ciò favorirà la naturale infiltrazione nel sottosuolo degli afflussi meteorici, ostacolando contestualmente fenomeni di erosione localizzata (canyoning).

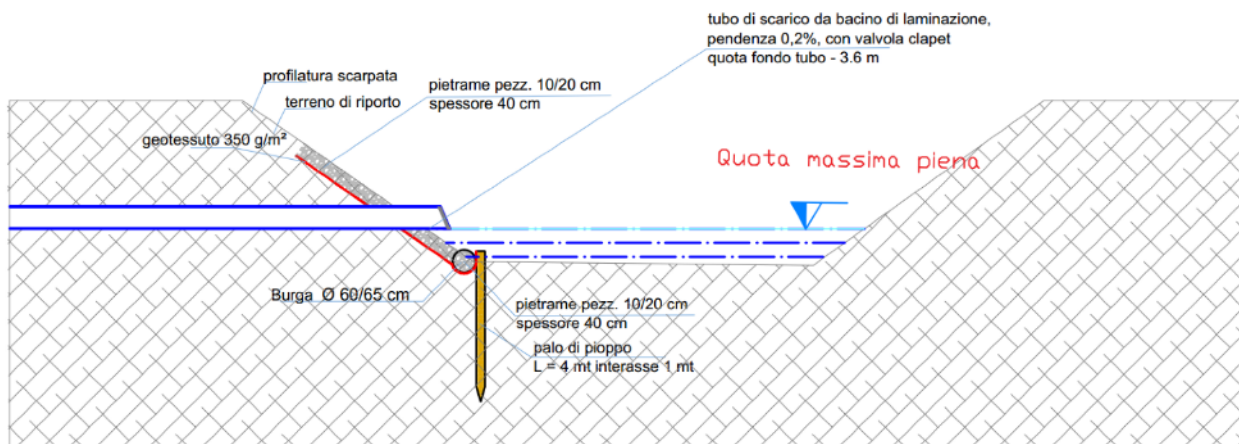
SEZIONE TIPO SCARICO DA BACINO DI LAMINAZIONE IN CANALE RETINELLA

Figura 5.1 - Sezione tipologica punto scarico con valvola clapet e protezione spondale

In figura 4.1 si riporta la sezione tipologica del presidio di sponda nel punto di scarico dai sistemi di mitigazione idraulica, dotati di valvola di non ritorno a clapet. Il presidio sarà costituito da una massicciata di contenimento realizzata con blocchi in roccia, tali da dissipare le forze di erosione spondale derivanti dalle massime portate di scarico del manufatto. La massicciata sarà poggiata su geotessuto in TNT ed al piede della scarpata sarà infissa una berlina di pali in legno di pioppo, necessari ad evitare fenomeni di scivolamento ed instabilità delle scarpate.

Al fine di rispettare le portate di scarico massime previste per il corpo recettore, pari a 8 litri/sec*ha, le tubazioni di scarico terminali effluenti dalle opere di mitigazione idraulica, dovranno rispettare i seguenti parametri:

CAMPO/AREA	DIAMETRO MAX	Q_{max}	Q_{prog}
NORD	DN 450	466,00 l/s	422,86 l/s
SUD – Lotto 1	DN 350	284,20 l/s	255,80 l/s
SUD – Lotto 2	DN 250	131,64 l/s	130,51 l/s

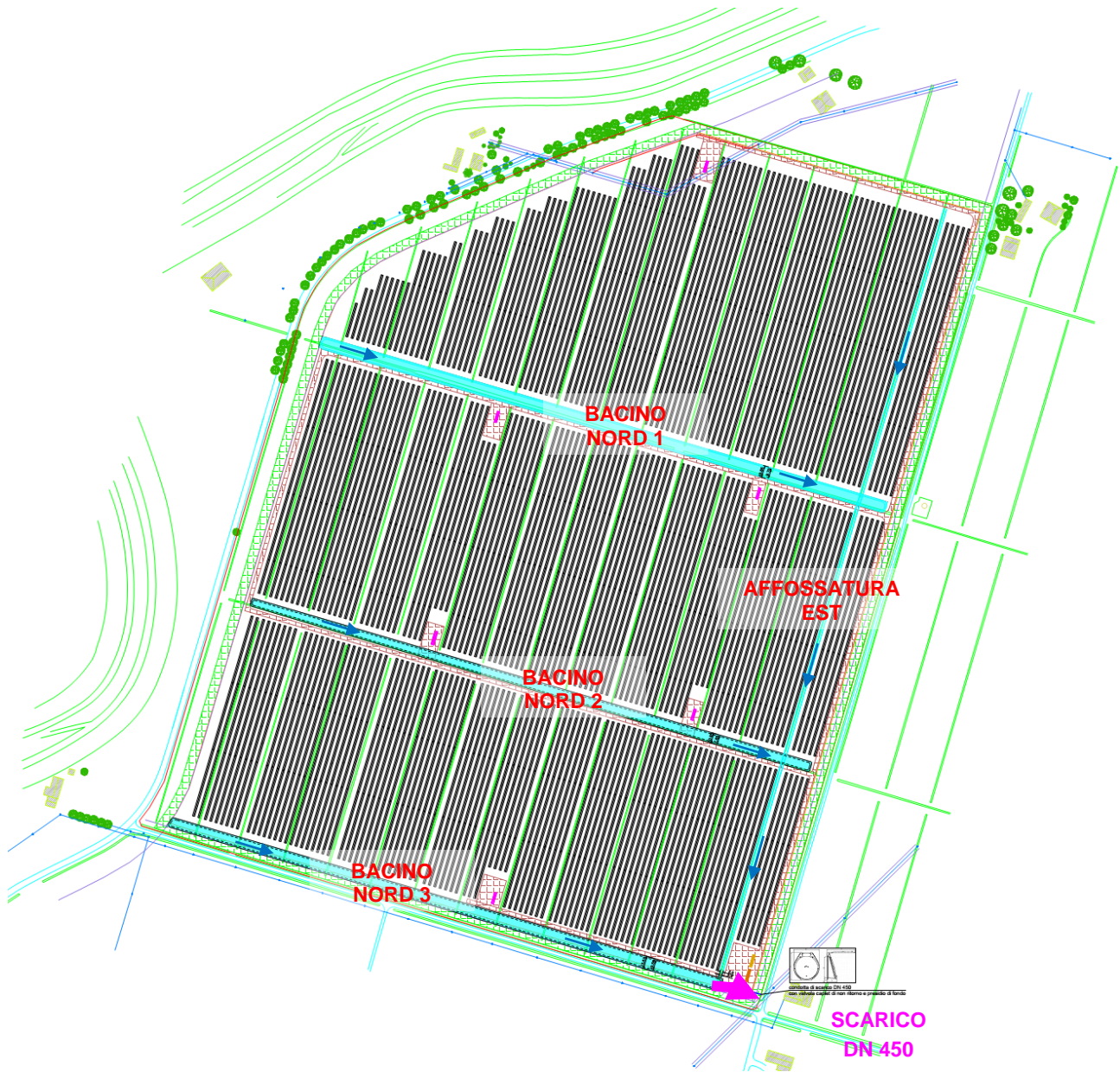


Figura 5.2 - Schema impianto drenaggio acque meteoriche AREA NORD



Figura 5.3 - Schema impianto drenaggio acque meteoriche AREA sud

6 TABELLA RIASSUNTIVA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

DESCRIZIONE DELLA TRASFORMAZIONE OGGETTO DELLO STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	
Nome della trasformazione e sua descrizione	Impianto Agrivoltaico Bondeno S.r.l. 60 MWp
Località, Comune, Provincia	Via Suore – BONDENO (FE)
Tipologia della trasformazione	Realizzazione di un impianto agrivoltaico su area agricola
Presenza di altri pareri precedenti relativamente all'invarianza idraulica sulla proposta trasformazione	/
DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI	
Bacino idrografico di riferimento	Bacino Idrografico del Fiume Po Bacino di Scolo di S. Bianca
Presenza di eventuali vincoli PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico di cui al DLgs. 152/2006) che interessano, in parte o totalmente, la superficie di trasformazione S	Pericolosità idraulica P2-M
Sistema di drenaggio esistente	Fossati perimetrali e centrali
Sistema di drenaggio di valle	Canale Emissario di Burana e Fiume Po di Volano Ente Gestore: Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara
Ente gestore	Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara Via Borgo dei Leoni, 28 - 44121 FERRARA Tel.0532 218211 Sito web: https://www.bonificaferrara.it/ PEC: posta.certificata@pec.bonificaferrara.it
VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI LUOGHI AI FINI DELLA DETERMINAZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE	
Coordinate geografiche (GB EST ed GB OVEST) del baricentro della superficie di trasformazione S per la quale viene fatta l'analisi pluviometrica	Latitudine: 44°51'9.12"N Longitudine: 11°22'46.78"E
Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica (Tr=50 anni): a (mm/ora ⁿ), n,	a = 56,230 mm n = 0,248
Estensione della superficie di riferimento S espressa in ha	S = 110,23 ha

Quota altimetrica media della superficie S (+ mslmm)	9,0 m slmm
Valori coefficiente afflusso Ψ_{medio} ANTE OPERAM (%)	$\Psi_{\text{medio}} = 0,10 \%$
Valori coefficiente afflusso Ψ_{medio} POST OPERAM (%)	$\Psi_{\text{medio}} = 0,29 \%$ - Campo NORD $\Psi_{\text{medio}} = 0,30 \%$ - Campo SUD – Lotto 1 $\Psi_{\text{medio}} = 0,34 \%$ - Campo SUD – Lotto 2
Classe di intervento	SIGNIFICATIVA impermeabilizzazione potenziale
Portata unitaria massima ammessa allo scarico (l/s ·ha) e portata totale massima ammessa allo scarico (m^3/s) dal sistema di drenaggio ai fini del rispetto dell'invarianza idraulica	$u_{\text{MAX}} = 8 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$ $Q_{\text{MAX}} = 0,47 \text{ m}^3/\text{s}$ - NORD $Q_{\text{MAX}} = 0,28 \text{ m}^3/\text{s}$ - SUD - Lotto 1 $Q_{\text{MAX}} = 0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ - SUD - Lotto 2 Vincolo allo scarico indicato dall'Ente gestore e calcolato dal tecnico professionista nella condizione ANTE OPERAM
DESCRIZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE – CAMPO NORD	
Metodo idrologico-idraulico utilizzato per il calcolo dei volumi compensativi	Metodo dell'Invaso e delle Piogge
Volume di invaso di progetto ovvero volume che si intende adottare per la progettazione (m^3)	$V_{\text{prog}} = 20.307,82 \text{ m}^3$
Dispositivi di compensazione	n. 03 bacini di detenzione, scoline agrarie e n. 01 affossatura della volumetria complessiva di mc <u>21.588,27</u> Bacino NORD 1 con h max di laminazione 1.0 m e $V = 7.225,53 \text{ mc}$ Bacino NORD 2 con h max di laminazione 1.0 m e $V = 5.282,96 \text{ mc}$ Bacino NORD 3 con h max di laminazione 1.0 m e $V = 6.744,98 \text{ mc}$ Affossatura EST con h max di laminazione di 1.0 m e $V = 2.334,80 \text{ mc}$
Dispositivi idraulici	Valvola clapet di non ritorno allo scarico
Portata massima di scarico di progetto del sistema ed indicazione della tipologia del manufatto di scarico	$Q_{\text{PROG MAX}} = 0,42 \text{ m}^3/\text{sec}$ ed 422,86 litri/s Scarico a gravità a mezzo condotta DN 450 mm

<p>Buone pratiche costruttive e buone pratiche agricole</p>	<p><u>Terreno agricolo:</u> l'impianto agrovoltaiico prevede il mantenimento di una quota parte di superficie maggioritaria destinata alla coltivazione;</p> <p><u>Pavimentazioni permeabili:</u> piste perimetrali e centrali in ghiaia non compattata;</p> <p><u>Realizzazione di fasce tampone vegetate a bordo campo:</u> l'inerbimento e l'inserimento di specie arboree permette di ridurre il flusso idrico superficiale, di aumentare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo e di trattenere i materiali trasportati.</p> <p><u>Presidio di sponda:</u> in corrispondenza dei manufatti di scarico e costituito da massiciata con blocchi in roccia, poggianti su geotessuto TNT ed infissione di pali in legno di pioppo al piede della scarpata al fine di evitare fenomeni di erosione ed instabilità di versante.</p>
<p>Descrizione complessiva dell'intervento di mitigazione (opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico) a seguito della proposta trasformazione con riferimento al piano di manutenzione delle opere</p>	<p>L'intervento di mitigazione idraulica prevede la realizzazione di n. 03 bacini di detenzione, una affossatura ed il mantenimento del reticolo di scoline per la regimazione delle acque meteoriche in scarico, a portata controllata, entro il reticolo idraulico consortile confluyente nel Canale di Cento.</p> <p>Il mantenimento agricolo di oltre la metà del sito e la realizzazione di piste di manutenzione perimetrali e centrali in ghiaia non compattata e la piantumazione di fasce tampone vegetate favorirà inoltre l'infiltrazione nel terreno dell'acqua.</p>
<p>DESCRIZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE – CAMPO SUD – LOTTO 1</p>	
<p>Metodo idrologico-idraulico utilizzato per il calcolo dei volumi compensativi</p>	<p>Metodo dell'Invaso e delle Piogge</p>
<p>Volume di invaso di progetto ovvero volume che si intende adottare per la progettazione (m³)</p>	<p>$V_{prog} = 12.429,35 \text{ m}^3$</p>
<p>Dispositivi di compensazione</p>	<p>n. 02 bacini di detenzione e n. 01 affossatura della volumetria complessiva di mc <u>18.496,63</u></p>

	<p>Bacino SUD 1 con h max di laminazione 1.0 m e V = 14.713,04 mc</p> <p>Bacino SUD 2 con h max di laminazione 1.0 m e V = 3.728,00 mc</p> <p>Fosso con h max di laminazione di 1.0 m e V=55,59 mc</p>
Dispositivi idraulici	Valvola clapet di non ritorno allo scarico
Portata massima di scarico di progetto del sistema ed indicazione della tipologia del manufatto di scarico	<p>$Q_{PROG\ MAX} = 0,26 \text{ m}^3/\text{sec}$ ed 255,80 litri/s</p> <p>Scarico a gravità a mezzo condotta DN 350 mm</p>
Buone pratiche costruttive e buone pratiche agricole	<p><u>Terreno agricolo:</u> l'impianto agrovoltaioco prevede il mantenimento di una quota parte di superficie maggioritaria destinata alla coltivazione;</p> <p><u>Pavimentazioni permeabili:</u> piste perimetrali e centrali in ghiaia non compattata;</p> <p><u>Realizzazione di fasce tampone vegetate a bordo campo:</u> l'inerbimento e l'inserimento di specie arboree permette di ridurre il flusso idrico superficiale, di aumentare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo e di trattenere i materiali trasportati.</p> <p><u>Presidio di sponda:</u> in corrispondenza dei manufatti di scarico e costituito da massicciata con blocchi in roccia, poggianti su geotessuto TNT ed infissione di pali in legno di pioppo al piede della scarpata al fine di evitare fenomeni di erosione ed instabilità di versante.</p>
Descrizione complessiva dell'intervento di mitigazione (opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico) a seguito della proposta trasformazione con riferimento al piano di manutenzione delle opere	<p>L'intervento di mitigazione idraulica prevede la realizzazione di n. 02 bacini di detenzione, una affossatura ed il mantenimento del laghetto (ex macero) per la regimazione delle acque meteoriche in scarico, a portata controllata, entro il reticolo idraulico consortile confluyente nel Canale Nicolino confluyente nel Canale di Cento.</p> <p>Il mantenimento agricolo di oltre la metà del sito e la realizzazione di piste di manutenzione perimetrali</p>

	<p>e centrali in ghiaia non compattata e la piantumazione di fasce tampone vegetate favorirà inoltre l'infiltrazione nel terreno dell'acqua.</p> <p>L'allargamento dello specchio d'acqua esistente, oltre a favorire i processi di mitigazione idraulica, favorirà la naturalizzazione dell'area e l'aumento di habitat funzionali all'avifauna ed ittiofauna.</p>
DESCRIZIONE DELLE MISURE COMPENSATIVE PROPOSTE – CAMPO SUD – LOTTO 2	
Metodo idrologico-idraulico utilizzato per il calcolo dei volumi compensativi	Metodo dell'Invaso e delle Piogge
Volume di invaso di progetto ovvero volume che si intende adottare per la progettazione (m³)	$V_{prog} = 7.723,37 \text{ m}^3$
Dispositivi di compensazione	<p>n. 02 bacini di detenzione e n. 01 affossatura della volumetria complessiva di mc <u>10.552,01</u></p> <p>Bacino SUD 3 con h max di laminazione 0.5 m e $V = 12.797,71 \text{ mc}$</p> <p>Bacino SUD 4 con h max di laminazione 1.0 m e $V = 1.589,02 \text{ mc}$</p> <p>Bacino MACERO 3 con h max di laminazione 1.0 m e $V = 2.836,46 \text{ mc}$</p> <p>Fosso NORD con h max di laminazione di 1.0 m e $V=95,69 \text{ mc}$</p>
Dispositivi idraulici	Valvola clapet di non ritorno allo scarico
Portata massima di scarico di progetto del sistema ed indicazione della tipologia del manufatto di scarico	$Q_{PROG MAX} = 0,13 \text{ m}^3/\text{sec}$ ed 131,64 litri/s Scarico a gravità a mezzo condotta DN 250 mm
Buone pratiche costruttive e buone pratiche agricole	<p><u>Terreno agricolo:</u> l'impianto agrovoltaioco prevede il mantenimento di una quota parte di superficie maggioritaria destinata alla coltivazione;</p> <p><u>Pavimentazioni permeabili:</u> piste perimetrali e centrali in ghiaia non compattata;</p> <p><u>Realizzazione di fasce tampone vegetate a bordo campo:</u> l'inerbimento e l'inserimento di specie arboree permette di ridurre il flusso idrico superficiale, di aumentare l'infiltrazione dell'acqua nel suolo e di trattenere i materiali trasportati.</p>

	<p><u>Presidio di sponda:</u> in corrispondenza dei manufatti di scarico e costituito da massiciata con blocchi in roccia, poggianti su geotessuto TNT ed infissione di pali in legno di pioppo al piede della scarpata al fine di evitare fenomeni di erosione ed instabilità di versante.</p>
<p>Descrizione complessiva dell'intervento di mitigazione (opere di raccolta, convogliamento, invaso, infiltrazione e scarico) a seguito della proposta trasformazione con riferimento al piano di manutenzione delle opere</p>	<p>L'intervento di mitigazione idraulica prevede la realizzazione di n. 02 bacini di detenzione, una affossatura ed il mantenimento del laghetto (ex macero) per la regimazione delle acque meteoriche in scarico, a portata controllata, entro il reticolo idraulico consortile confluyente nel Canale Nicolino confluyente nel Canale di Cento.</p> <p>Il mantenimento agricolo di oltre la metà del sito e la realizzazione di piste di manutenzione perimetrali e centrali in ghiaia non compattata e la piantumazione di fasce tampone vegetate favorirà inoltre l'infiltrazione nel terreno dell'acqua.</p> <p>L'allargamento dello specchio d'acqua esistente, oltre a favorire i processi di mitigazione idraulica, favorirà la naturalizzazione dell'area e l'aumento di habitat funzionali all'avifauna ed ittiofauna.</p>